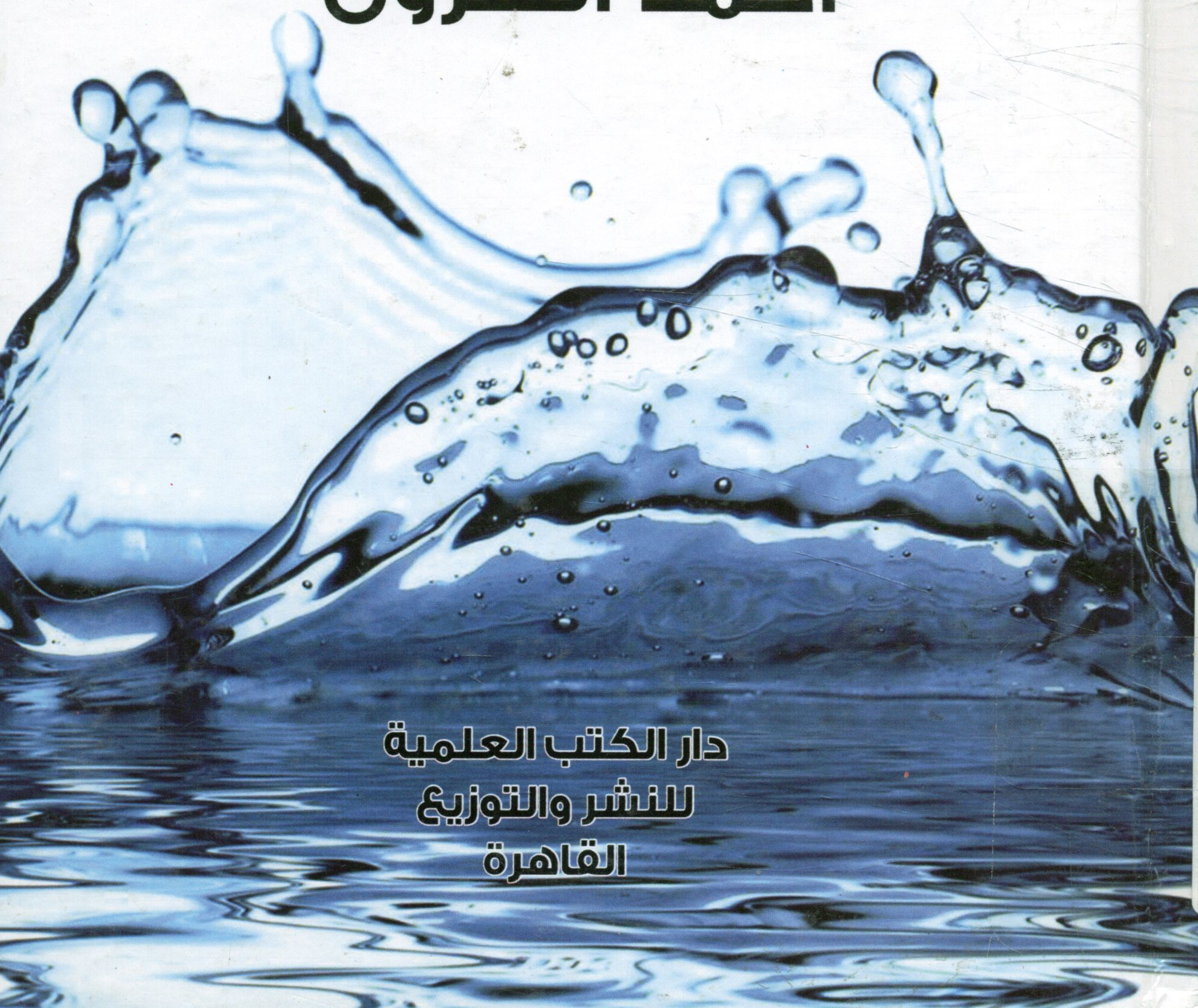
مراقبة نوعية المياه وصلاحيتها

أحمد السروى



دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbh-egypt.com

e-mail : sbh@link.net

Scientific Book House

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ ٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbh-egypt.com
e-mail : sbh@link.net
Scientific Book House

مراقبة نوعية المياه وصلاحيتها

إعداد
أحمد السروي

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

السروى،احمد

مراقبة نوعية المياه وصلاحيتها / اعداد احمد السروى- ط١ . القاهرة :

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ٢٠١٢م

٣٥٢ ص ، ١٧ X ٢٤سم

ردمك : ٠-٦٩-٥٠٢٩-٩٧٧-٩٧٨

١. المياه – تطهير ٢. المياه – سلامة

٣. المياه الجوانب الصحية ٤. المياه - معالجة

أ. العنوان

ديوى ٨٢٦.١٦٦٢ ٢٠١٢/٩٢٠٣

الطبعة الأولى ١٤٣٣هـ - ٢٠١٢ م	رقم الايداع : ٢٠١٢/٩٢٠٣ ردمـــــك : ٠-٦٩-٥٠٢٩-٩٧٧-٩٧٨

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين – القاهرة

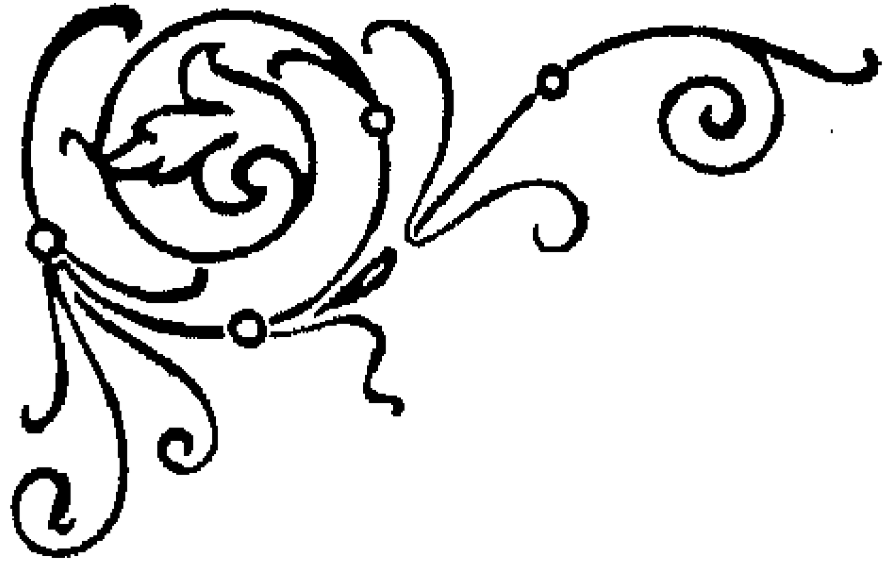
☎ ٢٧٩٤٨٦١٩- ٢٧٩٥٤٢٢٩

فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠

لمزيد من المعلومات يرجي زيارة موقعنا على الإنترنت

www.sbhegypt.org

e-mail : sbh@link.net




﴿أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ
كَانَتَا رَتْقاً فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ
حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾

(الأنبياء:30)







إهداء

إلى أبي وأمي الذين كانا سببا في وجودي،

وببركة دعاؤهما ينير الله لي طريقي.

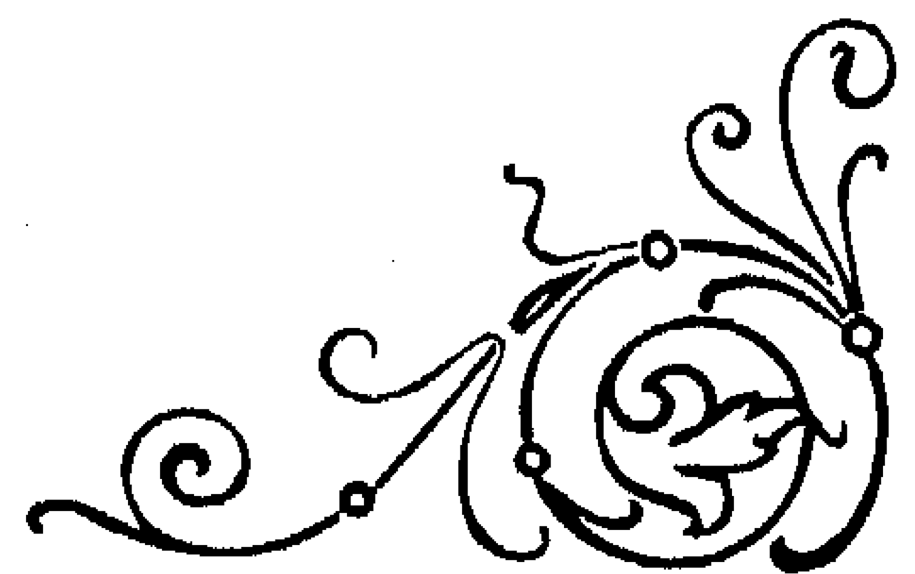
إلى كل عالم عمل جاهداً من أجل مصر وطني العظيم.

والي كل من يحب وطنه ودينه.

ويعمل من أجل رفعة أمتنا العربية والإسلامية.

أهدي هذا الكتاب.

المؤلف

مقدمة الكتاب

الماء... معجزة من معجزات الخالق، أودع فيها أسراره فصار ذا خصائص فريدة، احتار في فهمها العلماء فعكف كثيرا منهم علي دراستها وتحليلها وخرجت كثير من هذه الدراسات لتدل وتؤكد علي أن الماء هو من أعظم معجزات الخالق سبحانه وتعالي في حياتنا.

الماء هو أكثر المواد وجوداً على الأرض، حيث يغطى أكثر من ثلاثة أرباع الكرة الأرضية. فالماء يملأ المحيطات والبحار والأنهار، ويوجد في الهواء، حتى باطن الأرض به ماء. وبدون الماء لا توجد حياة؛ فالماء يدخل في تركيب كل كائن حي، فيزن ما يقرب من ثلثي جسم الإنسان، وثلاثة أرباع جسم الطائر، وأربعة أخماس ثمار الفواكه.

إن المياه حاجة إنسانية أساسية. فكل شخص على وجه الأرض يحتاج يوميا من 20 إلى 30 لترا على الأقل من المياه النظيفة والآمنة للشرب، والطهو، والنظافة. والإنسان يعتمد على الماء في حياته كلها، في مشربه، ومطعمه، ونظافته، وري زرعه، واستصلاح أراضيه، وإدارة وتشغيل مصانعه، وتوليد الطاقة. وتزداد حاجة الإنسان إلى الماء كل يوم فكل عام يزداد التعداد وتزداد معه الحاجة للماء.

والمياه الملوثة ليست قذرة وحسب وإنما مميتة لتسببها بالعدوى بالأمراض المميتة، إذ يموت نحو 1.8 مليون شخص كل سنة من أمراض الإسهال مثل الكوليرا. بينما يمرض ملايين آخرون على نحو خطير نتيجة طائفة من العلل المرتبطة بالمياه - يمكن بسهولة الوقاية من كثير منها.

وتعتبر منظمة الأمم المتحدة الحصول على المياه النظيفة حقا إنسانيا أساسيا لكل سكان العالم، وخطوة ضرورية نحو تحسين مستويات المعيشة على نطاق عالمي. وتنقية المياه هي عملية إزالة الملوثات من المياه الخام. والهدف من ذلك هو إنتاج المياه لغرض محدد للاستهلاك البشري (مياه الشرب). تنقية المياه يمكن أيضا أن تصمم لمختلف الأغراض الأخرى، بما فيها لتلبية الاحتياجات الطبية، الصيدلة، المواد الكيميائية والتطبيقات الصناعية..

إن نوعية وصلاحية المياه خاصة مياه الشرب تثير مخاوف بشأن صحة الإنسان في جميع بلدان العالم المتقدمة منها والنامية. وتنبع المخاطر في هذا الصدد، من وجود عوامل معدية أو مواد كيميائية سامة أو من أخطار ذات طابع إشعاعي. ومن هنا تبرز أهمية عمليات مراقبة نوعية وصلاحية المياه للغرض المخصص لها، وتشمل عمليات المراقبة التقييم اليقظ والمستمر لإمدادات مياه الشرب واستعراض مأمونيتها ومقبوليتها من وجهة نظراً لصحة العامة وهذه العملية تسهم في حماية الصحة العمومية بتعزيز تحسين نوعية إمدادات المياه وكميتها وفرص الحصول عليها ونطاق تغطيتها واحتمالية تكلفتها واستمراريتها.

وعمليات المراقبة والترصد لنوعية وصلاحية المياه هي مكملة لوظيفة مرفق الإمداد بالماء فيما يتعلق بمراقبة جودة المياه. ولا يستبعد ترصد إمدادات مياه الشرب مسؤولية مورد مياه الشرب عن ضمان أن تكون هذه الإمدادات ذات جودة مقبولة وأن تفي بالأهداف ذات الطابع الصحي.

إن نوعية الماء الصالح للاستخدام تتحدد بمعايير تسمي معايير نوعية وصلاحية المياه، وقد وضعت منظمة الصحة العالمية ومنظمة حماية البيئة الامريكية معايير دولية لنوعية المياه في شكل دلائل يتعين استخدامها منطلقاً لتحديد الأنظمة والمعايير في البلدان المتقدمة والبلدان النامية في جميع أنحاء العالم. كما وضعت كثير من دول العالم معايير

خاصة بكل دولة تسمي المعايير الداخلية أو المعايير الوطنية. وهذه المعايير تحدد الخصائص الميكروبية والكيميائية والطبيعية، والإشعاعية لمياه الشرب الآمنة.

ونتيجة للكميات المفرطة من الميكروبات أو الكيماويات الناجمة عن الإخراجات البشرية والحيوانية، والصرف الزراعي، والكيماويات الصناعية، بالإضافة إلى الملوثات الطبيعية، فان بعض المياه تكون غير صالحة للشرب أو للاستخدام المنزلي وتسبب أمراضا ذات علاقة بالماء. وإذا لم تتوفر حماية لمصادر المياه، أو تعرضت للتلوث لأي سبب على نحو غير متوقع، فإن جودة ونوعية المياه تتأثر وتنخفض نتيجة لوجود العديد من الملوثات الكيميائية والحيوية .

والتلوث يمكن أن يحدث عند مصدر المياه سواء على السطح أو في الأرض. ومتى دخلت المياه نظام التوزيع، تكون هناك فرص لتلوث مياه الشرب. فإذا لم تتوفر حماية ناجحة للأنابيب من الملوثات، فإن جودة مياه الشرب تتأثر. كما يمكن أن يسفر التخزين غير الملائم عن مياه غير صالحة للشرب.

وهنا دعت الحاجة العلماء إلى إيجاد أساليب وطرق علمية لمراقبة نوعية وصلاحية المياه للتأكد من جودتها وسلامتها للشرب وللاستخدام ومن اجل توفير المياه النقية لشرب واستعمال الإنسان علي الأرض . و أصبح هناك حاجة لمنظومة شاملة لمراقبة نوعية المياه الماء من خلال برامج مراقبة المياه السطحية والجوفية ومراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع ومراقبة لخزانات المياه العامة وخزانات المنازل .

ومن هنا جاءت فكرة هذا الكتاب والهدف من إعداده وهي هو إعطاء صورة علمية وعملية واضحة عن نوعية الماء ومعايير صلاحيته والعوامل المؤثرة علي الجودة وعلاقة جودة الماء بالصحة، والتلوث المائي وكيفية التحكم به، وبرامج مراقبة المياه السطحية والجوفية.

ويتناول هذا الكتاب موضوع هام وهو مراقبة نوعية وصلاحية المياه محققا الأهداف المرجوة منه من خلال :

- شرح صفات وحالات واستخدامات الماء
- شرح خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية
- سرد مصادر التلوث المائي الطبيعية والصناعية
- سرد الأنواع المختلفة من الملوثات المائية كالملوثات الفيزيائية والكيميائية والحيوية
- شرح علاقة التلوث المائي بالأنواع المختلفة من التلوث البيئي
- شرح الجوانب الميكروبية لسلامة وصحة مياه الشرب
- شرح الجوانب الكيميائية لسلامة وصحة مياه الشرب
- شرح المعايير الميكربيولوجية لجودة الماء
- بيان جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية
- شرح أهداف البرامج الرقابية لجودة الماء
- شرح أنواع برامج مراقبة جودة المياه
- شرح مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه
- شرح اختبارات مياه الشرب الكيميائية والبيولوجية
- سرد الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه
- سرد أمثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب
- سرد لبعض الاختبارات والفحوص البكتيريولوجية لمياه الشرب
- شرح مقاييس ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات فحص جودة المياه
- شرح لأهم المهارات الأساسية داخل مختبرات المياه

وقد تم إعداد الكتاب في ستة فصول :

الفصل الأول: مقدمة عن المياه

الفصل الثاني : خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

الفصل الثالث: التلوث المائي والملوثات المائية

الفصل الرابع: جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربيولوجية

الفصل الخامس: مراقبة نوعية المياه

الفصل السادس: اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيرولوجية

ثم قاموس المصطلحات العلمية والملاحق والمرفقات والمراجع العربية والأجنبية.

نبذة عن كل فصل

يتناول كل فصل احد الموضوعات الهامة بالشرح والتفصيل مدعما بالجداول والصور والبيانات والرسوم البيانية التي تدعم الحقائق والنظريات العلمية.

الفصل الأول : وهو يتحدث عن الماء وأهميته ودورته علي سطح الأرض وصفاته وخصائصه ومصادر الماء المختلفة وحالات الماء في الطبيعة وصفات الماء النقي والاستخدامات المختلفة للمياه.

الفصل الثاني : وهو يتناول بالشرح خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية فيبين الخصائص الفيزيائية مثل درجة الحرارة والكثافة والطعم والرائحة واللون والعكارة والمواد الصلبة والتوصيلية الكهربية والنشاطية الإشعاعية، والخصائص الكيميائية كالرقم الهيدروجيني والحامضية والقلوية والعسر وغيرها، والخصائص الحيوية من النباتات والحيوانات المائية بالإضافة إلى الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب.

الفصل الثالث: يتحدث هذا الفصل عن التلوث المائي والملوثات المائية التي تصيب الماء مثل الملوثات الكيميائية والفيزيائية والحيوية، كما يشرح مصادر التلوث بالملوثات المائية مثل مصادر التلوث الطبيعي ومصادر التلوث الصناعي والبشري والتلوث من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان والمصادر الزراعية للملوثات المائية، ويتناول أيضاً علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض، بالإضافة إلى مصادر تلوث الماء الجوفي والمصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب كتلوث مياه المصدر الخام والتلوث أثناء المعالجة وأثناء التخزين والتوزيع والتلوث في أماكن الاستهلاك.

الفصل الرابع: وهو خاص بموضوع هام وهو جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربيولوجية فيتناول دلائل جودة مياه الشرب، والمواصفات العالمية لمياه الشرب، الجوانب الميكروبية والكيميائية والإشعاعية لسلامة وصحة مياه الشرب، وجوانب مقبولية واستساغة مياه الشرب بالإضافة إلى جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية.

الفصل الخامس : يتحدث هذا الفصل عن مراقبة نوعية المياه، فيتناول بالشرح مفهوم مراقبة نوعية المياه، وأهداف البرامج الرقابية لنوعية الماء، و أنواع برامج مراقبة نوعية المياه، والمسح البيئي لمصادر المياه، ومثال عملي لتطبيقات الرصد البيئي من خلال شرح عمليات وإجراءات الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية.

الفصل السادس: يتناول هذه الفصل اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيرولوجية كأحد أهم وسائل مراقبة نوعية المياه، فيشرح طرق جمع العينات والطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص البكتريولوجي والكيميائي، والفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه، وأمثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب، والاختبارات والفحوص البكتيريولوجية

لمياه الشرب وتم سرد موضوع مهم وهو ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه ، بالإضافة إلى تناول موضوع المهارات الأساسية التي يجب أن يعرفها المحلل الكيميائي داخل معامل ومختبرات المياه.

ثم أخيراً قاموساً للمصطلحات العلمية الواردة بهذا الكتاب ومجموعة من الملاحق والمرفقات الهامة الخاصة بموضوعات هذا الكتاب.

كما يحتوي الكتاب علي عشرات الصور والرسوم البيانية والمخططات التوضيحية والجدوال البيانية التي تبين وتوضح وتيسر فهم المادة العلمية وتعين علي شرح المصطحات والمفاهيم العلمية.

ونأمل الآن أن نكون قد القينا ضوءاً على الهدف الذي من أجله اخترنا أن نكتب في موضوع مراقبة نوعية وصلاحية المياه وهو تقديم فكرة علمية عن عمليات وإجراءات مراقبة ورصد نوعية وصلاحية المياه ودعوة للباحثين والمهتمين بنوعية المياه لمزيد من الجهد والبحث والدراسة للحفاظ علي سلامة الماء ونوعيته، وتحديد دوره ومسئوليته في الحفاظ علي الماء الذي هو عماد حياته علي هذه الأرض.

وأرجو من الله سبحانه وتعالي أن أكون وفقت في تناول هذا الموضوع الهام من خلال هذا العمل وان يكون هذا الكتاب نافعا للناس ومحفزا لهم لمزيد من البحث والقراءة والدراسة في مجال مراقبة نوعية المياه وصلاحيتها.

وعلي الله قصد السبيل

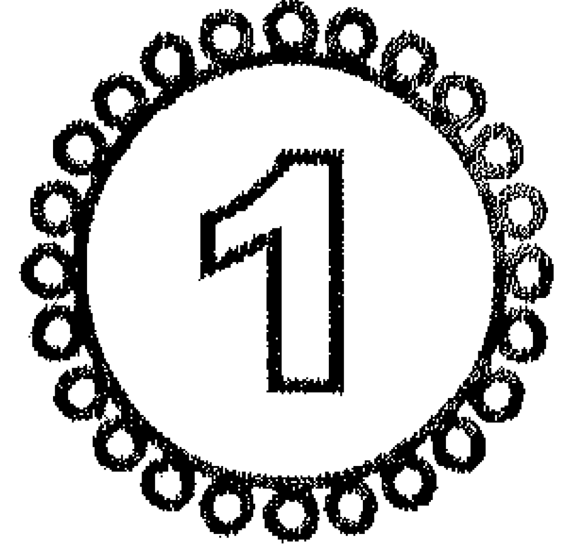
اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علماً.

المؤلف

القاهرة في:

الأول من ابريل 2012 م

الموافق 9 جمادى الأول 1433 هـ



الفصل الأول

مقدمة عن المياه

1. مقدمة

1 - 1. دورة الماء.

1 - 2. الدورة الغير طبيعية(الاصطناعية) للمياه .

1 - 3. صفات الماء .

1 - 4. الغلاف المائي ومصادر الماء.

1 - 5. حالات الماء في الطبيعة .

1 - 6. أنواع الماء طبقا لاماكن وطبيعة تواجد الماء.

1 - 7. الماء النقي.

1 - 8. الماء السائل الفريد.

1 - 9. أهمية المياه .

1 - 10. استخدامات واستهلاك المياه.

الفصل الأول

مقدمة عن المياه

1. مقدمة Introduction

مع التطور الشامل للعلوم والتقنية منذ بداية هذا القرن واكتشاف العلاقة بين مياه الشرب وبعض الأمراض السائدة فقد حدث تطور سريع في مجال تقنيات المعالجة حيث أضيفت العديد من العمليات التي تهدف بشكل عام إلى الوصول بالمياه إلى درجة عالية من النقاء، بحيث تكون خالية من العكارة وعديمة اللون والطعم والرائحة ومأمونة من النواحي الكيميائية والبيولوجية.

للماء أهمية حيوية لعيش الكائنات الحية بما فيها الإنسان. لأن له وظائف متعددة بالجسم. حيث الماء أهم مكونات الكائن الحي فنجد أن من 50 – 90 % من وزن الكائن الحي ماء. والبروتوبلازم هو المادة الأساسية في الخلايا الحية. وتتكون من محلول دهون وبروتينات وكربوهيدرات واملاح ذائبة في ماء. والدم في الحيوانات والعصير في النباتات يتكونان من الماء ويعملان علي انتقال الغذاء والتخلص من النفايات. كما يلعب الماء دورا أساسيا في تكسير جزيئات الكربوهيدرات والبروتينات. وهذه العملية مستمرة في الخلايا الحية. والماء يساعد في خلط الطعام ومروره بسهولة من الفم إلى المعدة. كما يجعل الطعام المهضوم في الجهاز الهضمي مواداً مائعة قابلة للامتصاص. مع تقليل صلابة البراز وتليينه. ليساعد الجهاز الإخراجي في طرد السموم من الجسم على هيئة بول عن طريق الكليتين. كما يجعل أنسجة الجسم مرنة ليمكنّها أداء وظيفتها. ويعوّض الجسم عما يفقده من ماء أثناء عملية التنفس والعرق والبول. والدم يحتوي على 90 % من وزنه ماء، والماء يجله سائلا حيث يصل إلى جميع أجزاء الجسم حاملاً

له الغذاء والأكسجين. والبلازما التي تشكل 55 % من الدم بالإنسان تتكون من 90 % ماء. والإنسان يحتاج إلى 2 – 3 لتر ماء يوميا. ويمكن له أن يعيش شهرا بلا طعام لكنه لا يعيش أكثر من أسبوع بدون ماء وتحتوي المياه المعدنية على الكثير من المعادن لا تجدها في أكثر المياه.

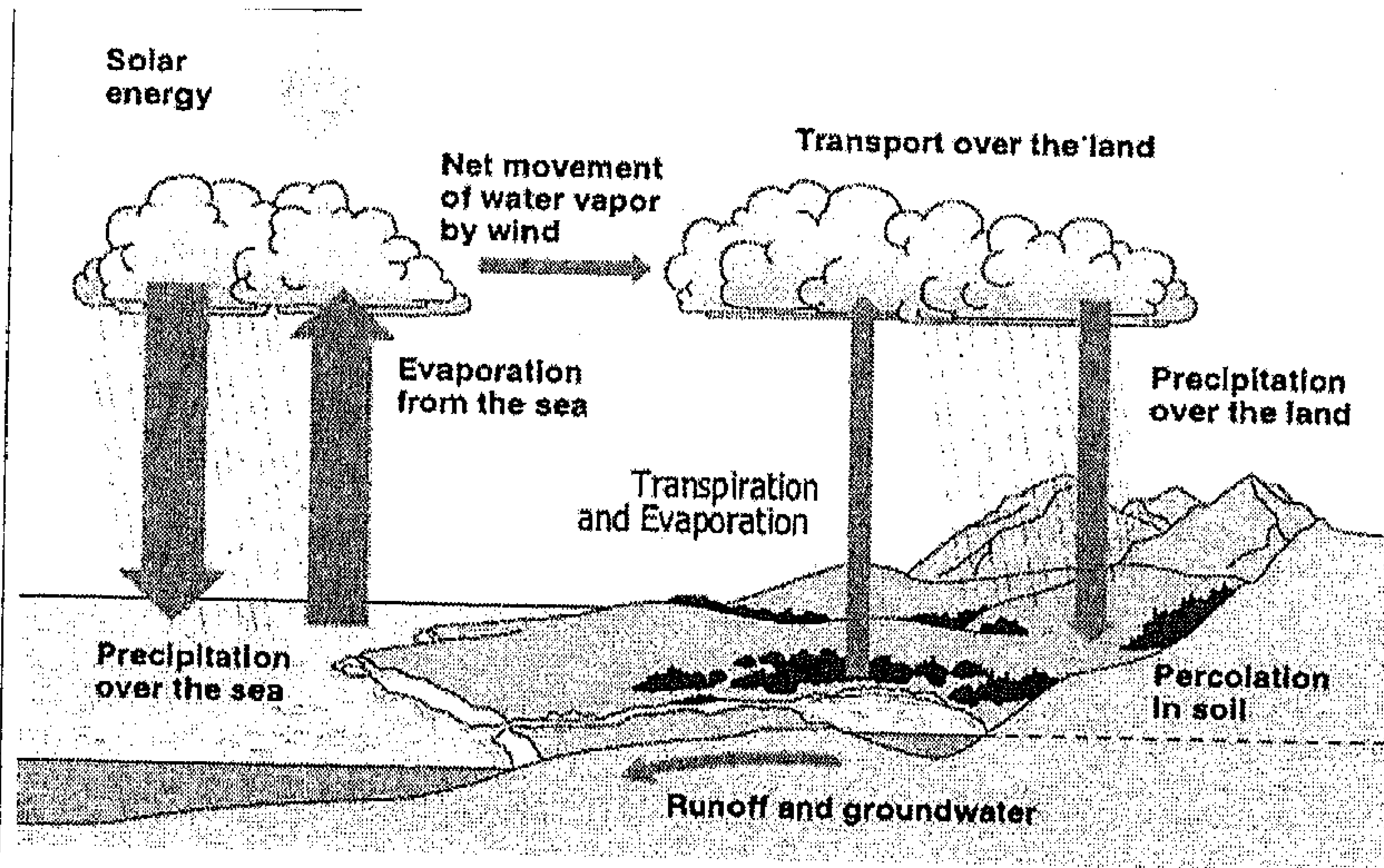
1 - 1. دورة الماء Water cycle

دورة الماء فوق الأرض water cycle تبين أن الماء فوق الأرض في حركة دائمة منذ بلايين السنين ما بين سائل أو بخار أو مادة صلبة. ف الأرض لا تصلح للحياة بدون الماء. ودورة المياه ليس لها نقطة بداية وتسيرها الشمس فنجدها تسخن مياه المحيطات حيث توجد معظم مياه الدنيا. فيتبخر بعضها بالهواء. كما نجد ان الجليد والثلج يمكن أن يتساميا sublimate مباشرة ويتحولان من الحالة الصلبة لبخار ماء مباشرة. فنجد التيارات الهوائية ترفع البخار بالجو مع ما ينتحه النبات أو ما يتبخر من التربة من بخار ماء حيث يبرد بطبقات الجو العليا متكثفاً ومكوناً سحباً تسيرها الرياح حول الأرض لتنزل علي الأرض كمطر أو جليد مكونة القلنسوة الجليدية التي تحتفظ بالمياه المتجمدة لآلاف السنين.

قد ينصهر الجليد في المناخ الدافيء متحولا لماء دافق فوق الأرض كمجاري وأنهار أو تبتلعه التربة كمياه جوفية أو يصب في المحيطات والبحيرات ليعود لسيرته الأول ي في عملية تدويرية منتظمة ومنظمة بحرارة الشمس. ويتميز بخار الماء بالتكثيف من الجو الدافيء لو لامس سطحا باردا. وهذا ما نلاحظه حول كوب ماء مثلج حيث يتكون عليه من الخارج قطرات الماء. ولو تصاعد الهواء لطبقات الجو العليا الباردة تكثف ما به من بخار ماء وتكونت قطرات تتجمع معا مكونة السحب. وهذا ما نلاحظه في الجو البارد عندما نتنفس. فنري هواء الزفير الدافيء يخرج ليصطدم بالهواء البارد

فيتكثف ما به من بخار مكونا سحابة. فمصادر المياه في الطبيعة هي الأمطار ومياه البحار والبحيرات حيث المياه سطحية ومياه الآبار والينابيع حيث المياه جوفية. فماء المحيطات والبحار يصعد إلى الهواء عن طريق عملية التبخر (Evaporation) حيث يُكوِّن السحاب الذي تدفعه الرياح إلى مناطق مختلفة. ويتكثف ويهطل أمطاراً على الأرض ثم يرجع إلى المحيطات مرة أخرى.

هناك كمية قليلة من السحاب الذي يتكّون من خلال عملية البخر من الرطوبة الموجودة في سطح التربة وعملية النتح (Transpiration) من أوراق النبات. ثم يتكثف هذا السحاب ليسقط أمطاراً على الأرض. وتسقط معظم هذه الأمطار مرة أخرى في المحيطات والبحار ويتبقى جزء قليل يسقط على اليابسة.. ثم تبدأ دورة جديدة للمياه من المحيطات إلى الهواء إلى الأرض ثم إلى المحيط. وهذه الدورة الدائمة لمياه الأرض تُسمى دورة الماء (Water Cycle)، أو الدورة الهيدرولوجية (Hydro-logic Cycle). ونتيجة لهذه الدورة فإن كمية الماء العذب الموجودة على سطح الأرض هي الكمية نفسها منذ قديم الأزل. وهذه الكمية يعاد تدويرها مرة بعد مرة.



شكل 1 - 1 دورة الماء في الطبيعة

1 - 2. الدورة الغير طبيعية (الاصطناعية) للمياه

Artificial Water cycle

علي التوازي مع الدورة الطبيعية للمياه هناك ما يسمي الدورة الاصطناعية للمياه تبدأ بتدخل الإنسان من مكان اخذ المياه (المصدر الطبيعي) لاستخدامه في عدة مجالات لينتهي برميه مرة أخرى في المصب الطبيعي. ويمكن تلخيص مراحل الدورة الاصطناعية للمياه كما يلي: -

1) استخراج وجر(نقل) المياه :

تتم عملية رصد وجمع المياه سواء كانت مياه جوفية(كالآبار والينابيع جيوب مائية) أو مياه سطحية (كالأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات) أو مياه استثنائية كمياه الهطول مباشرة.

2) معالجة وتنقية المياه:

وتتم هذه العملية تقريبا يوميا بغرض الحصول علي مياه نقية صحية صالحة للشرب أولاً استعمال. تتم عملية المعالجة تبعا لنوعية المياه(مياه المصدر) وحسب الغرض المخصصة له(فمثلا مياه التبريد أقل في النقاوة من مياه الشرب، ومياه صناعة الأدوية ذات مواصفات خاصة جدا).

3) تحويل المياه :

هذه العملية عبارة عن نقل المياه من مكان المصدر إلى مكان الاستهلاك، ويمكن أن ترتب هذه المرحلة قبل المرحلة السابقة اذا كانت نوعية ومواصفات المياه تسمح بذلك.

4) التخزين :

يقصد بالتخزين هو تجميع المياه في خزان لضمان تجانس كبير للتدفق المعالج من جهة ومن جهة أخرى ضمان استمرار تدفق المياه في حالة حدوث عطب أو عطل في المراحل السابقة. ومن الضروري أن يكون منشأة التخزين قريبة من المستهلك.

5) **التوزيع :**

يتمثل التوزيع عملية تزويد المستهلكين بالكميات المطلوبة من الماء وبالضغط المناسب اللازم في أي وقت، وهذا يتطلب وضع شبكة من المواسير ذات أقطار مدروسة لأكبر تدفق ممكن أن يمر بأي نقطة من نقاط الشبكة .

6) **شبكة المجاري :**

بعد الاستهلاك فان المياه المستعملة تسمي مياه صرف أو مياه عادمة وهي تصرف في شبكة، وتصمم هذه الشبكة بحيث تستوعب أي تدفق (من مياه الأمطار ومياه المستعملة)، وقد تصمم فقط لاستقبال تدفقات المياه المستعملة فقط وتصمم شبكة أخرى لاستقبال تدفقات الأمطار والسيول.

7) **جمع مياه الأمطار الساقطة**

بالتوازي مع المرحلة السابقة فان مياه الأمطار الساقطة تجمع وتصرف إلى مصاب طبيعية أو يكون لها شبكة تجميع وصرف خاصة(وتسمي هذه الشيكة شبكة صرف منفصلة) أو تجمع وتصرف مع مياه المجاري في شبكة واحدة (وهذه تسمي شبكة صرف مجمعة مشتركة).

8) **التصفية**

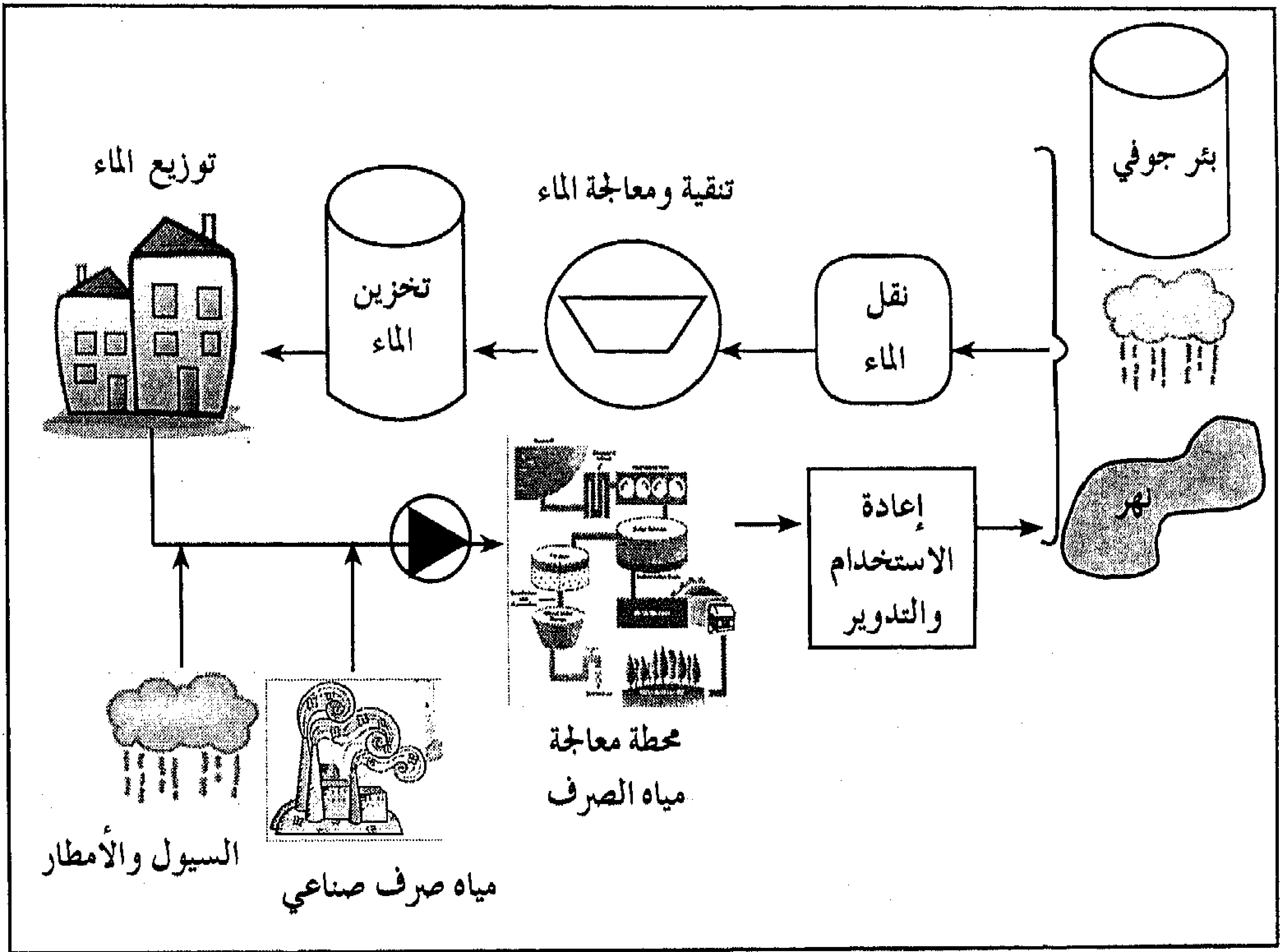
نظريا يجب معالجة المياه المستعملة معالجة تمهيدية بالتصفية الميكانيكية قبل رميها في المصب الطبيعي وذلك لتفادي أي تلوث للمصادر الطبيعية بالمواد الصلبة الكبيرة والمتوسطة الحجم.

9) **المصب**

المصب هو المكان النهائي الذي يصل إليه الماء، فعادة يتم رمي المياه بعد تصفيتها في الوسط الطبيعي، ويمكن رمي مياه الأمطار إذا كانت بكميات كبيرة إلى المصب مباشرة بدون تصفية أو معالجة أولية إذا كانت لا تشكل تلوثا للمصب الطبيعي.

10) الضخ

بسبب اختلاف مستويات مراحل المسار الاصطناعي للمياه يتم استخدام آليات الضخ من اجل رفع المياه من مناسيب منخفضة طبيعية إلى مناسيب اعلي. في اغلب الحالات نجد المضخات بالقرب من مراحل المعالجة وتخزين المياه وبعض شبكات المجاري. ويبين الشكل التالي مختلف المهام والوظائف التي تمر بها دورة المياه أبتداء من مكان تواجده إلى مكان رميه.



شكل 2 - 1 مخطط مبسط للدورة الصناعية للمياه

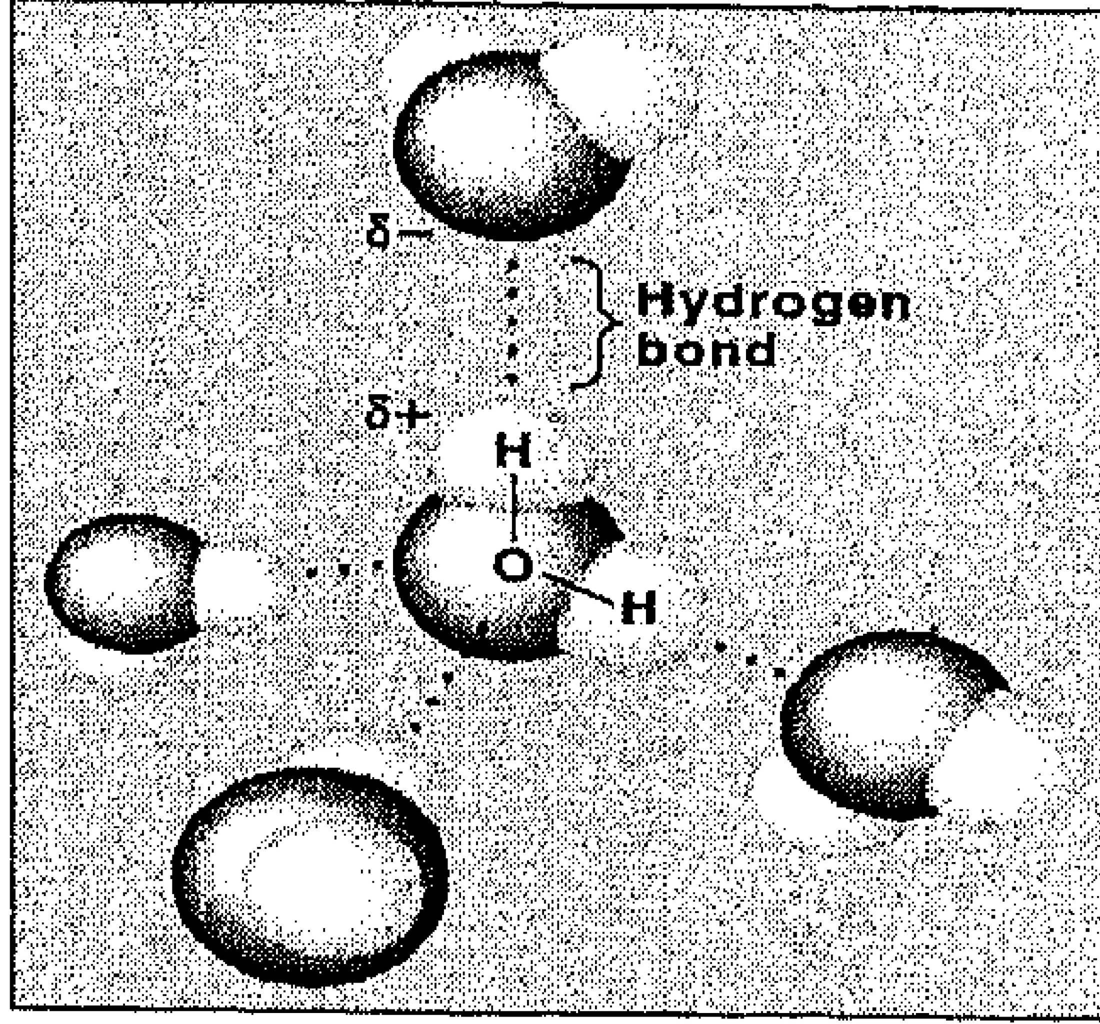
1 - 3. صفات الماء Water properties

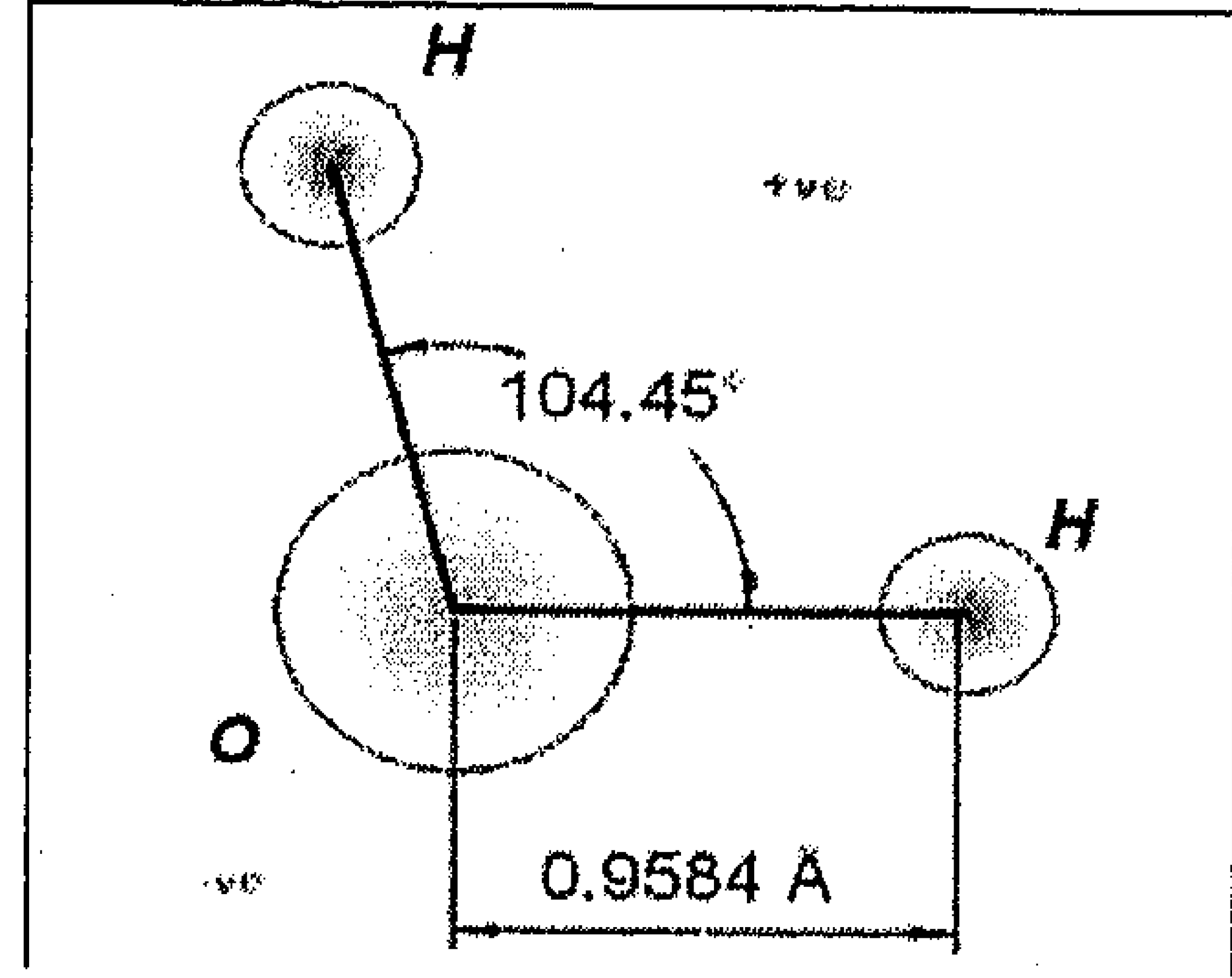
الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب. إلاّ أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالحا نتيجة ذوبان أملاح به. والماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات والمياه النقية تغلي عند درجة 100 مئوية والصفر المئوي في مستوي سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76سم زئبقي. أما فوق المرتفعات حيث يقل الضغط الجوي نجد أن الماء يغلي عند درجة أقل من 100 درجة مئوية. وهذا ما يجعل بيضة مسلوقة تأخذ وقتا حتي تسوي فوق جبل، ولو أذيبت مادة في الماء، فإن درجة التجمد تنخفض. ولهذا يرش الملح أثناء فصل الشتاء فوق الشوارع لمنع تكون الجليد. عسر الماء الطبيعي Hardness of natural waterسببه أملاح الكالسيوم والماغنسيوم. ولوكان العسر للمياه سببه بيكربونات وكربونات الكالسيوم والماغنسيوم فيعتبر عسرا مؤقتا –tempo rary hardness ويمكن إزالته بالغليان.

أما عسر المياه الدائم فيمكن إزالته بطرق كيميائية. والماء كأي سائل يأخذ شكل الإناء الذي يوضع فيه. ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة، كما يمكن تحويله إلى حالة صلبة عندما يصبح ثلجا عند درجة الصفر المئوي. ويرتبط الهيدروجين الموجب الشحنة الكهربائية بالأكسجين السالب الشحنة الكهربائية داخل جزيء الماء، برابطة تساهمية (Covalent Bond) تشترك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى، لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحلله. و كل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاورة له، من خلال تجاذب كهربي بشكل يشبه قطبي المغناطيس. فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة. ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربية، تتجاذب كل ذرة هيدروجين

في جزئ الماء، مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور، بنوع من التجاذب الكهربي، يطلق عليه «الروابط الهيدروجينية» (Hydrogen Bond) وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء، مسئولة عن الخواص الفريدة للماء. لأن الجزيئات في حركة دائمة. فسرعة حركة هذه الجزيئات تولد الحالة التي يكون عليها الماء سواء أكانت غازية (بخار) أو سائلة (ماء) أو صلبة (جليد). وكل جزيئات الماء تجذب بعضها البعض وهذا ما جعلها تتجمع معا وهذا ما يجعل نقطة الماء كروية الشكل. والماء النقي ليس حامضيا ولا قلويا بل متعادل (الرقم الهيدروجيني pH له 7) ويذيب معظم المواد ولاسيما في التربة أو في النبات أوفي أجسامنا.

وعندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوي، تفقد جزيئات الماء طاقتها وتقل حركتها ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما في حالة الجليد. حقيقة المواد تنكمش بالبرودة، . والماء حينما يبرد ينكمش أيضا حتى يصل إلى 4 درجات مئوية، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة. فالماء عندما يتجمد يتمدد في الحجم وتقل كثافته، ويطفو كقشرة من الجليد فوق سطح الماء. ولولا هذه الخاصية الشاذة والعلاقة بين انخفاض الكثافة وانخفاض درجة الحرارة للماء، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء وهبط إلى القاع معرضاً سطح الماء الذي تحته إلى درجة حرارة منخفضة. فتتجمد كل طبقات الماء، في مياه المناطق القطبية، أوالمتجمدة بسبب شدة البرودة. ويستحيل معها الحياة. لكن الحقيقة نجدها مع انخفاض درجة حرارة الجو، تتجمد طبقات الماء العليا فقط، وتقل كثافتها وتتمدد فتطفو على سطح الماء، وتعزل بقية الماء تحتها عن برودة الجو فيبقى الماء سائلاً ويسمح باستمرار الحياة. والماء فوق الأرض ينظم حرارتها.





1 - 4. الغلاف المائي ومصادر الماء

Hydrosphere and Water sources

تطلق تسمية الغلاف المائي على طبقة المياه التي تحيط ب الأرض سواء كانت مياه سائلة أو ثلاجات أو بخار ماء ولو كان سطح الأرض مستويا لغلفه الماء بسمك 3 كم.

- **مصادر مياه الغلاف المائي**
- يرجع المصدر الأساسي لمياه المسطحات البحرية إلى المياه الأولية وهى التي ظهرت لأول مرة على سطح الأرض نتيجة تسربها من جوف الأرض مع المصهورات البركانية.
- تبين أن 10 % من مكونات المصهورات البركانية عبارة عن بخار ماء أخذ يتكاثف ويتجمع على أرضية الأحواض والمقعرات المنتشرة على سطح الأرض خلال تاريخها الجيولوجى الطويل.

- **أصله:**

كانت الأرض في البداية بلا ماء و كان الماء موجوداً على شكل أبخرة انطلقت من البراكين وملأت جو الأرض لملايين السنين بسبب ارتفاع درجة الحرارة وعندما

بردت الأرض تكثف بخار الماء وتساقطت المياه على الأرض ويعتقد أن مياه البحار والمحيطات كانت في البداية عذبة ثم ازدادت ملوحتها تدريجيا وذلك من مصدرين:

- أملاح الصخور المذابة بواسطة الأنهار والسيول والمياه الجوفية بالعمليات الجيولوجية المختلفة.
- الأملاح التي تنطلق من البراكين في قيعان المحيطات.

مكونات الغلاف المائى :

1) مياه البحار والمحيطات.
2) مياه الأنهار دائمة الجريان والموسمية.
3) البحيرات المالحة والعذبة.
4) الغطاءات الجليدية والأودية الجليدية.
5) المياه الجوفية.
6) بخار الماء الموجود فى الغلاف الجوى.

- **توزيعه:**

1 - مياه البحار والمحيطات: وتكون حوالي 97 % من مياه الأرض حيث تغطي ما مساحته 71 % من سطح الكرة الأرضية ولهذا السبب سميت بالكرة الزرقاء وهي الكوكب الوحيد الذي يتواجد به ماء سائل، ويتميز نصف الكرة الشمالي بشيوع اليابسة فيه ونصف الكرة الجنوبي بشيوع الماء فيه.

مياه البحار والمحيطات مالحة ومعدل ملوحتها العام 3.5 % ويتواجد بها 85عنصر.

وعلى سبيل المثال يحتوي الكيلومتر المكعب الواحد من هذه المياه على 17 كجم من الذهب، 4 كجم من الماغنيسيوم وكمية من ملح الطعام تكفي العالم سنتين وكميات هائلة من الكالسيوم والكبريت والبوتاسيوم والألومنيوم واليود والنيكل والكروم وغيرها.

2 – مياه الثلاجات:وتكون 2.5 % من حجم الغلاف وتتواجد على القطبين وقمم الجبال وهي مياه عذبة و70 % من الماء العذب يوجد في القطب الجنوبي.

3 – الباقي عبارة عن مياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات والمياه الجوفية.

كمية المياه على كوكب الأرض ثابتة تقريبا تحكمها دورة تسمى بدورة الماء حيث يتبخر جزء من المياه المعرضة للجو ويرتفع البخار الى أعلى فتنخفض درجة حرارته ويتكثف مكونا السحب التي تسقط مطرا فتغذي الأنهار والبحار والمحيطات والمياه الجوفية مرة أخرى.

كمية الماء العذب الصالحة للاستهلاك الآدمي، لا تتجاوز 0.3 % من الماء الموجود في الكرة الأرضية. ويتضمن هذا الماء، ماء البحيرات والأنهار، والمياه الجوفية الموجودة في أقل من نصف ميل عمق. ويدخل في هذا حساب كمية الماء العذب الموجود على هيئة بخار ماء في الغلاف الجوي، الذي سوف يتحول في النهاية إلى أمطار، والرطوبة الموجودة في تربة الأرض السطحية.

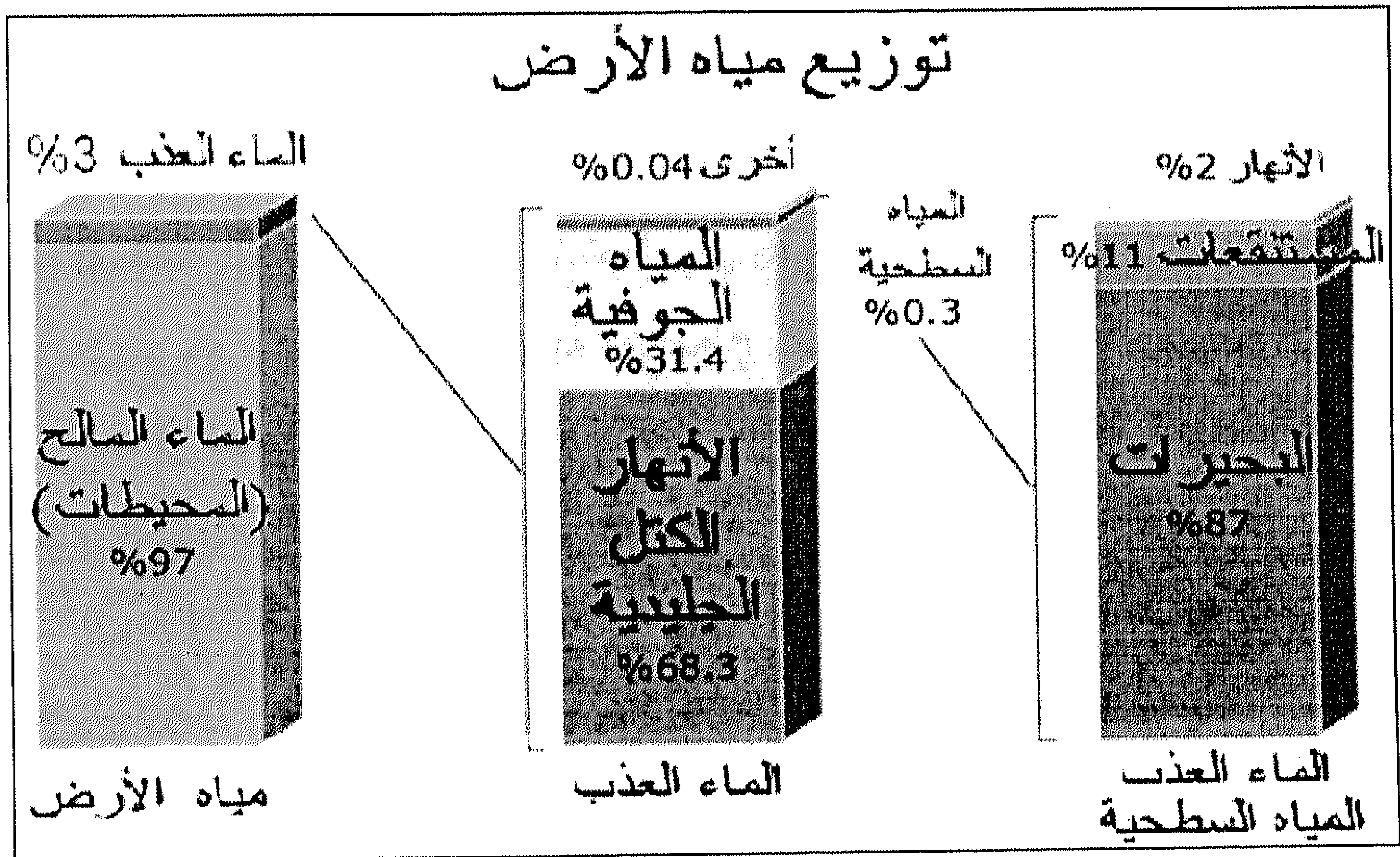
وتمثل الجبال القطبية غالبية الماء العذب الموجود على سطح الكرة الأرضية، حيث تصل نسبتها إلى حوالي 2.2 % من إجمالي كمية المياه في الأرض ، ممثلة ما يزيد عن ثلاثة أرباع مخزون الماء العذب في العالم.

أمّا المياه الجوفية، فإن نسبتها تصل إلى حوالي 0.6 % من كمية الماء الموجود في الأرض ، وهي إمّا أن تكون قريبة من سطح الأرض فتكون عذبة، وإمّا أن تكون على أعماق سحيقة، فنجد في مياهها نسبة عالية من الأملاح، التي ذابت فيها أثناء رحلتها الطويلة إلى باطن الأرض .

إن دورة الماء تصف وجود وحركة المياه على الأرض وداخلها وفوقها. وتتحرك مياه الأرض دائما، وتتغير أشكالها باستمرار، من سائل إلى بخار، ثم إلى جليد، ومرة أخرى إلى سائل. لقد ظلت دورة الماء تعمل ملايين السنين، وتعتمد عليها كل الكائنات الحية التي تعيش على الأرض حيث من دونها تصبح الأرض مكاناً طارداً تتعذر فيه الحياة.

والماء يوجد علي سطح الأرض في الثلاث صور في نفس الوقت فنجده في الحالة الغازية علي صورة بخار الماء وذلك فوق سطح البحار والأنهار والمحيطات، ويوجد في الصورة السائلة كما في معظم المسطحات المائية من الأنهار والبحار والبحيرات وفي المستودعات المائية الجوفية في باطن الأرض ويوجد في الصورة الصلبة كما في الجليد فوق قمم الجبال وفي البحيرات والمتجمدة في المناطق القطبية.

إجمالي إمدادات المياه في العالم يصل إلى حوالي 1.386 مليون كيلومتر مكعب (332.5 ميل مكعب) من الماء، منها أكثر من 97 % عبارة عن ماء مالح كما ذكرنا من قبل. وفيما يتعلق بالماء العذب، منها ما يزيد على 96 % محجوز بالأنهار والكتل الجليدية و30 % موجود ب الأرض علي هيئة ماء جوفي. أما مصادر الماء العذب المتمثلة في الأنهار والبحيرات فهي تشكل حوالي 93.100 كيلومتر مكعب (22.300ميل مكعب)، أي حوالي 1/700 من 1 % من إجمالي الماء. ولا تزال الأنهار والبحيرات تشكل معظم مصادر المياه التي يستخدمها الناس يومياً.



جدول 1 – 1

أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء

مصدر الماء	حجم الماء بالكيلو مترات المكعبة	حجم الماء بالأميال المكعبة	نسبة المياه العذبة	نسبة الماء بأكملها
المحيطات والبحار والخلجان	1.338.000.000	321.000.000	– –	96.5
الكتل والأنهار الجليدية والثلوج الدائمة	24.064.000	5.773.000	68.7	1.74
المياه الجوفية	23.400.000	5.614.000	– –	1.7
عذب	10.530.000	2.526.000	30.1	0.76
مالح	12.870.000	3.088.000	– –	0.94
رطوبة التربة	16.500	3.959	0.05	0.001
أرض دائمة التجمد	300.000	71.970	0.86	0.022
البحيرات	176.400	42.320	– –	0.013
عذب	91.000	21.830	0.26	0.007
مالح	85.400	20.490	– –	0.006
الغلاف الجوي	12.900	3.095	0.04	0.001
مياه المستنقعات	11.470	2.752	0.03	0.0008
الأنهار	2.120	509	0.006	0.0002
المياه البيولوجية	1.120	269	0.003	0.0001
الإجمالي	1.386.000.000	332.500.000	–	100

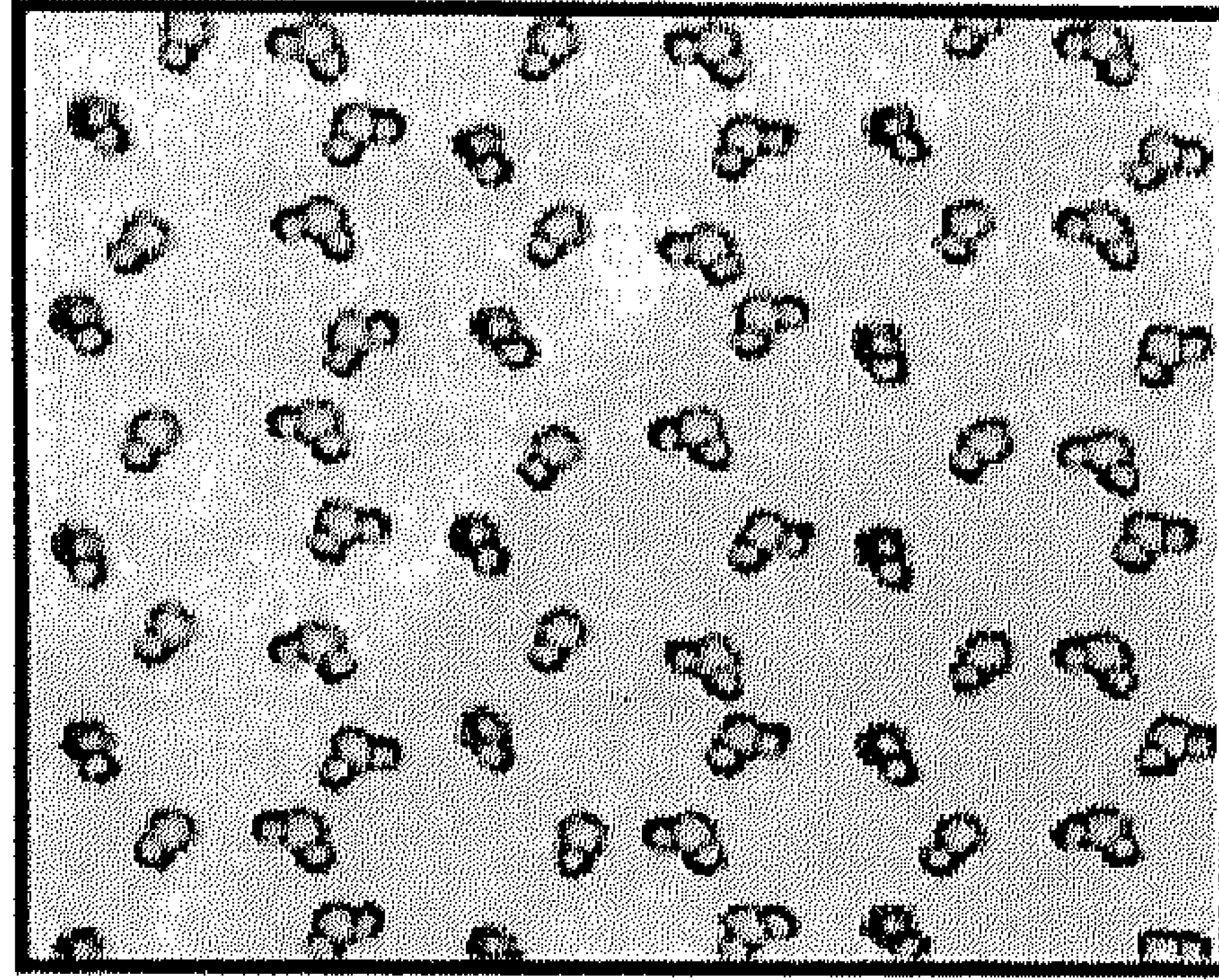
المصدر: موارد المياه. موسوعة المناخ والطقس. أعده للنشر أس. أتش. شينيدر، مطبعة جامعة أكسفورد، نيويورك، المجلد 2 ص 817 – 828

1 - 5 . حالات الماء في الطبيعة Water States in Nature

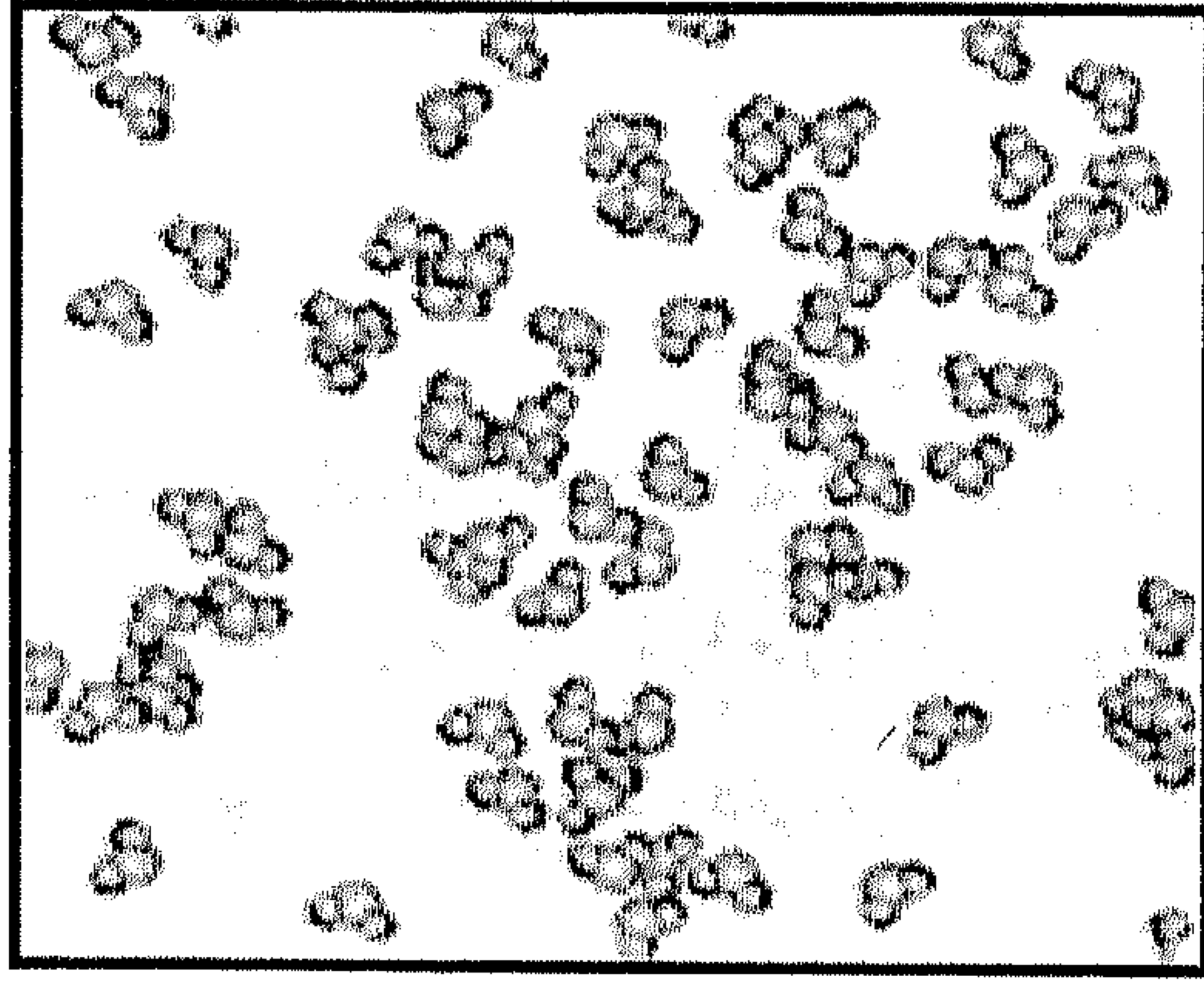
يوجد الماء في الطبيعة في ثلاث حالات معروفة يتشكل بها تختلف بحسب درجة الحرارة المعرض لها الماء، وهي الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية.

الحالة الأولي: هي الحالة الصلبة يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي. وتكون جزيئات الماء هذه الحالة قريبة من بعض متباعدة بمسافات ثابتة(غير متداخلة) ذات حركة اهتزازية.

ويوجد الماء علي سطح الأرض بصورة صلبة علي هيئة جليد او ثلوج في قمم الجبال وفي القطبين الشمالي والجنوبي حيث تنخفض درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي.



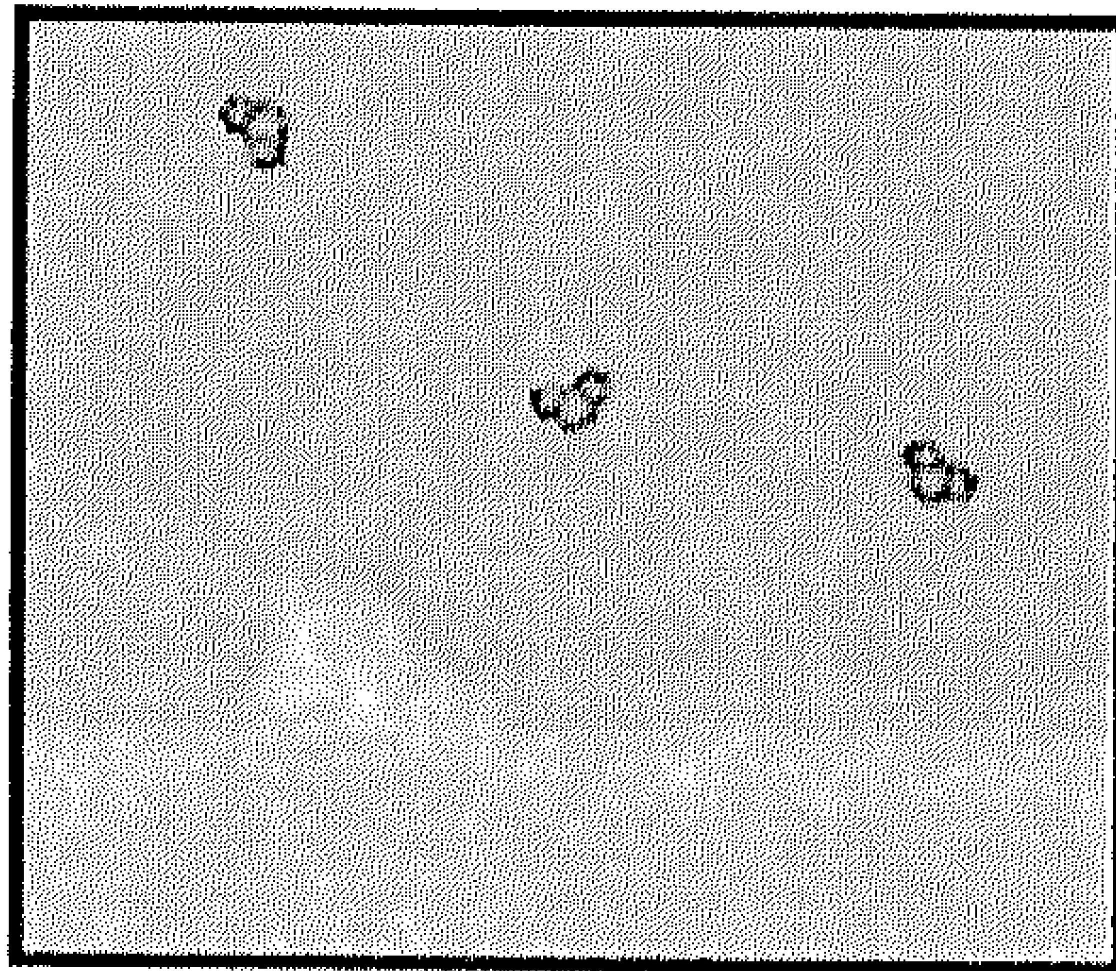
الحالة الثانية: التي يوجد عليها الماء هي الحالة السائلة والتي يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي100 درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط 1 جوي. وتكون جزيئات الماء في هذه الحالة متداخلة على بعضها البعض وذات حركة انتقالية.



ويوجد الماء علي سطح الأرض في صورته المشهورة السائلة كما في كافة المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات والينابيع والعيون المتدفقة وكل المسطحات المائية الموجودة في كل مكان علي سطح الأرض ، كما ان المياه الجوفية في باطن الأرض تكون في صورة سائلة ايضا.

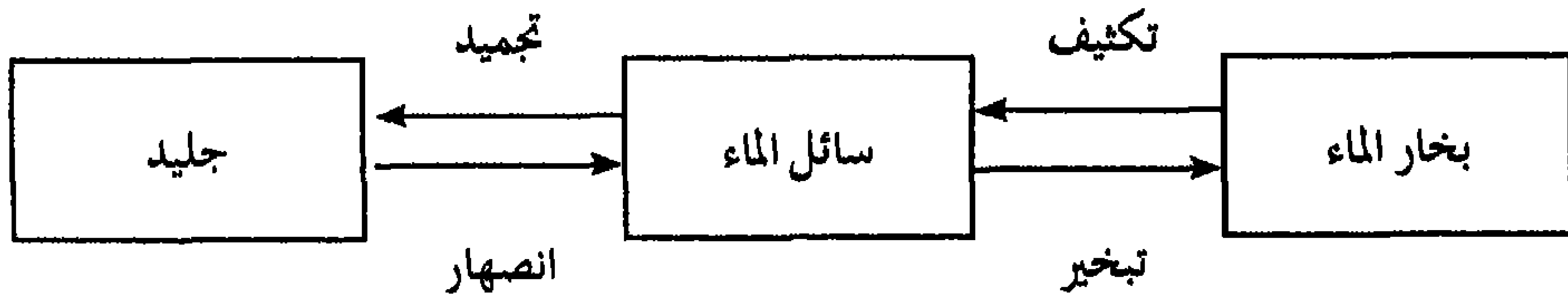
الحالة الثالثة: وهي الحالة الغازية والتي يكون فيها الماء على شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة تبعا للضغط الجوي.

ويتكون بخار الماء عندما يتعرض الماء لدرجات حرارة معينة، والحرارة التي يتعرض لها الماء تصل للجزيئات مما يفك القوة التي تربط جزيئات الماء مع بعضها البعض فتصبح منتشرة ومتباعدة.

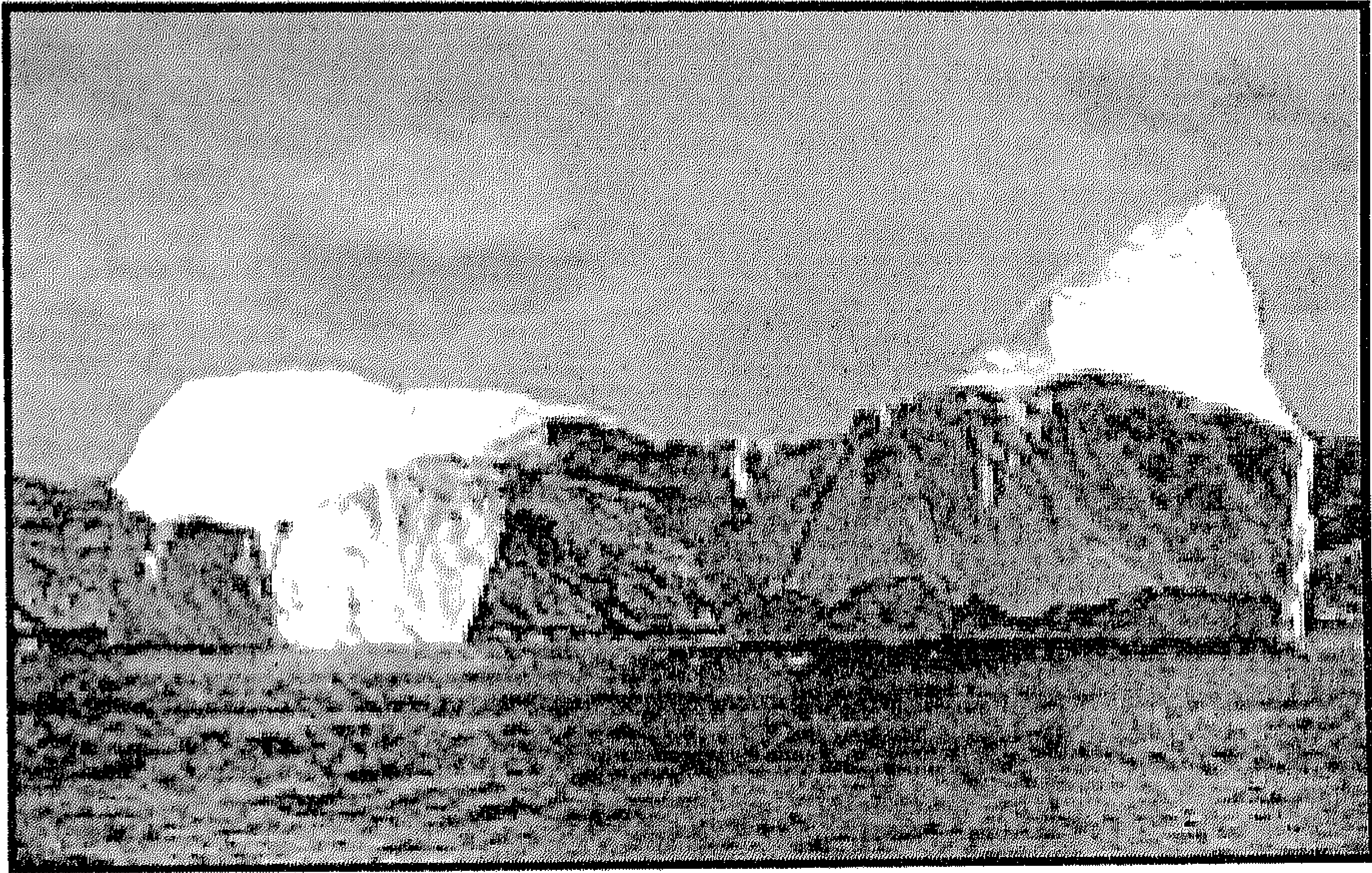


ويتواجد بخار الماء فوق أسطح المياه السائلة للبحار والمحيطات والأنهار .

ومن المهم ذكر انه قد يتحول الماء من حالة إلى أخرى عندما تؤثر عليه عمليات فيزيائية معينة فمثلا يتحول الماء من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بفعل الانصهار ، ويعود إلى الحالة الصلبة بفعل التجمد، اما تحوله من الحالة السائلة إلى الغازية فيكون باثر التبخير ويرجع مرة أخرى من الحالة الغازية إلى السائلة عن طريق التكثيف. اذ فعمليات التكثيف والانصهار والتجمد والتبخير هي العمليات المسئولة عن تحول الماء من حالة إلى أخرى.



مخطط مبسط لتحول الماء من حالة إلى أخري



1 - 6. أنواع الماء طبقا لاماكن وطبيعة تواجد الماء

Types of Water according to Places and Nature of Occurring

يمكن تقسيم الماء إلى أربعة أنواع رئيسية طبقا لمكان وطبيعة تواجده علي الأرض وهي:

أ- الماء الجوي Atmospheric water

وهو الذي يتواجد في الجو ويتمثل في ماء المطر وماء تساقط الثلج (وتتميز هذه النوعية من المياه باحتوانها علي بعض الغبار، سخام، جسيمات عالقة وبكتريا الهواء وربما تحتوي علي غاز ثاني أكسيد الكربون أو غازات أخرى مثل الأكاسيد الكبريتية والنتروجينية في حالة التلوث).

ب- المياه السطحية Surface water

وهي المياه التي تجري علي سطح الأرض مثل المياه الجبلية ومياه الأنهار والبحيرات والترع والقنوات و الاغادير والجداول (وتتميز بوجود مواد عضوية وفلورا التربة) وبعض الأنواع البكتيرية والأوليات.

ت- المياه الجوفية Ground water

وهي المياه المتخللة بالترشيح إلى جوف الأرض (وتتميز معظم أنواع الماء الجوفي بالنقاء، وربما تحتوي علي كميات قليلة جدا من البكتريا ومواد عضوية قليلة جدا) لا تستطيع الميكروبات التكاثر في هذه المياه.

ث- المياه المخزنة Stored water

وهي مياه البرك، الخزانات، المستودعات الأرضية ومياه المحيطات (ومياهها تختلف باختلاف اماكن التواجد وطبيعة استهلاكها وتكوينها الكيميائي).

1 - 7. الماء النقي Pure Water

هو الماء الصالح للشرب والاستعمال ولا يحتوي علي اية شوائب أو عوالق أو ملوثات طبيعية أو حيوية، أو كيميائية، ومقبول الطعم واللون والرائحة.

الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب. إلاّ أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالحا؛ نتيجة ذوبان أملاح به. و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات و المياه النقية تغلي عند درجة 100 مئوية في مستوي سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76سم زئبقي. . والجدول التالي يبين الخصائص الطبيعية للماء النقي.

جدول1 – 2

الخصائص الطبيعية للماء النقي

الخصائص	القيمة
اللون	خال تماما
الطعم	خال تماما
الرائحة	خال تماما
الشوائب العالقة طبيعية أو حيوية	خال تماما
المركبات العضوية	خال تماما
المركبات الغير العضوية الضارة والسامة	خال تماما
الكائنات الحية الدقيقة الممرضة	خال تماما
الأكسجين الذائب عند 25 مئوية	5 – 8 مليجرام / لتر
ثاني أكسيد الكربون الذائب عند 25 مئوية	2 – 3 مليجرام / لتر
درجة التوصيل الكهربي عند 18 مئوية	0.0004 ميكروموز /سم
درجة التوصيل الحراري عند 40.8 مئوية	1.555 وات / متر.حرارة
معامل الانكسار الضوئي عند 20 مئوية	1.33 وحدة
الضغط البخاري عند 20 مئوية	17.62 مليمتر زئبق

القيمة	الخصائص
1.00كيلو جول/كجم.درجة	الحرارة النوعية عند 1 مئوية
0.99كيلو جول/كجم.درجة	الحرارة النوعية عند 20 مئوية
1.00جرام /سم 3	الكثافة عند 4 مئوية
0.99823جرام /سم 3	الكثافة عند 20 مئوية
صفر درجة مئوية	درجة التجمد
100 درجة مئوية	درجة الغليان
7	الرقم الهيدروجيني
584.9جرام.كالوري/جرام	الحرارة الكامنة للتبخير عند 20 مئوية
72.75 داين /سم	التوتر السطحي عند 20 مئوية

بينما تعرف المياه الغير صالحة للاستعمال أو المياه الملوثة بأنها المياه التي تحتوى على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه للشرب أو ري المزروعات.

وتحتوي المياه الطبيعية سواء كانت مياه سطحية أو جوفية أو مياه أمطار علي كثير من المواد والتي قد تكون ذائبة أو عالقة في المياه والمواد العالقة قد تكون ذات طبيعة غروية(غالبا ما تخلو المياه الجوفية من المواد العالقة) والجدول التالي يبين المواد التي تتواجد في المياه الطبيعية من مصادر مختلفة .

جدول 1 – 3

المكونات الطبيعية للمياه

مياه الأمطار	
مواد عالقة	بعض الشوائب التي تتواجد في الجو عند نزول المطرمثل الغبار والجسيمات.
مود ذائبة	غازات مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وبعض الأملاح

المياه السطحية	
مواد عالقة	الطين والطمي والكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبروتوزا والبكتريا وكذلك المواد العضوية.
مواد ذائبة	ثاني أكسيد الكربون و النتروجين والأكسجين وأحماض عضوية، الأمونيا، وأملاح الكلوريدات والكبريتات والفوسفات والسيليكات.
مواد عالقة غروية	مواد ملونة وأحماض ومواد عضوية
المياه الجوفية	
مواد عالقة	بعض الكائنات الحية الدقيقة(نادرا)
مواد ذائبة	أمـلاح البيكربونـات والكربونـات، الكبريتـات، والكلوريدات، وهيدروكسيد (المنجنيز والحديد والكالسيوم) والغازات مثل النتروجين والأكسجين
مواد عالقة غروية	السيلكا وأكسيد الحديد والمنجنيز.

1 - 8. الماء السائل الفريد Water the Unique Liquid

الماء ميزه الخالق سبحانه وتعالى بالعديد من الصفات الفيزيقية، والكيميائية والحيوية التي جعلت حقاً سائل الحياة الفريد، وجعلته بحق أعجب وأعظم سائل، فلولاه ما كانت على الأرض حياة وبدونه لا يوجد سائل الدعم، وعصارات النبات ولولا الماء ما نظمت درجة حرارة الأرض ، ولا فتتت صخورها ولا تشققت تربتها الزراعية ولعجزنا عن إنبات حبة واحدة على سطح الأرض.

الله سبحانه وتعالى خلق الأرض والسماء وأراد أن يخلق الإنسان على هذه الأرض خلق له الماء الذي فيه قوام حياته وحياة من حوله من الكائنات الحية قال الله عز وجل:

﴿أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقاً فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ (الأنبياء:30)

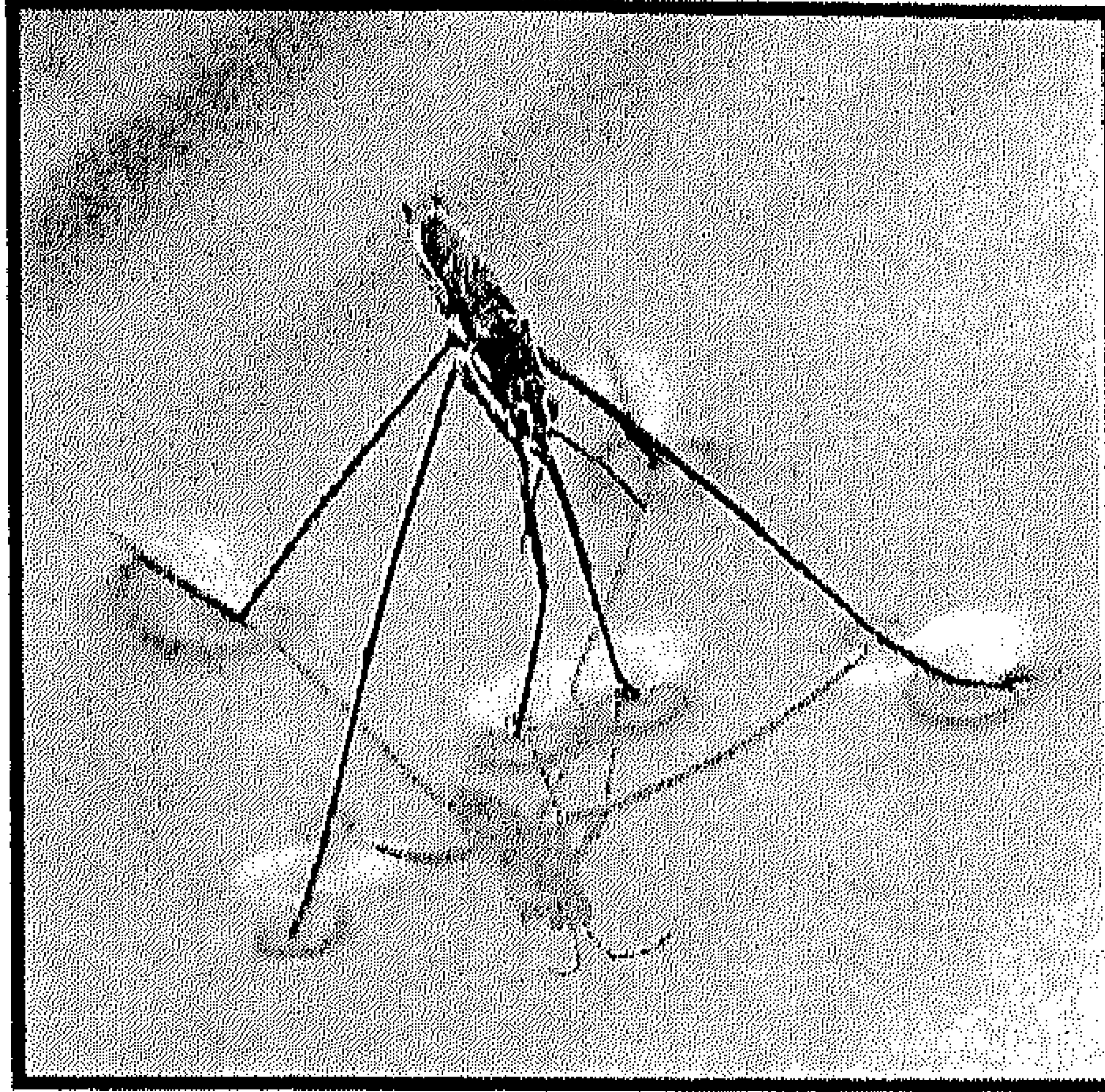
والماء هو مادة الحياة وإكسيرها السحري الذي بدونه لاستحالت الحياة على سطح هذا الكوكب.

الماء السائل الفيزيائي الفريد

يمتاز الماء بكثير من الخواص الطبيعية الفيزيقية الفريدة والتي أعطته واكسبته صفات فريدة بين السوائل الأخرى. فاللزوجة والخاصية الشعرية والقطبية والتماسك والتلاصق وثباته واستقراره الحراري وكثافته العجيبة كل هذه الصفات الطبيعية جعلته مناسبا للحياة ومتوافقا مع الخصائص الطبيعية والفيزيائية للكائنات الحية والعناصر والمواد غير الحية.

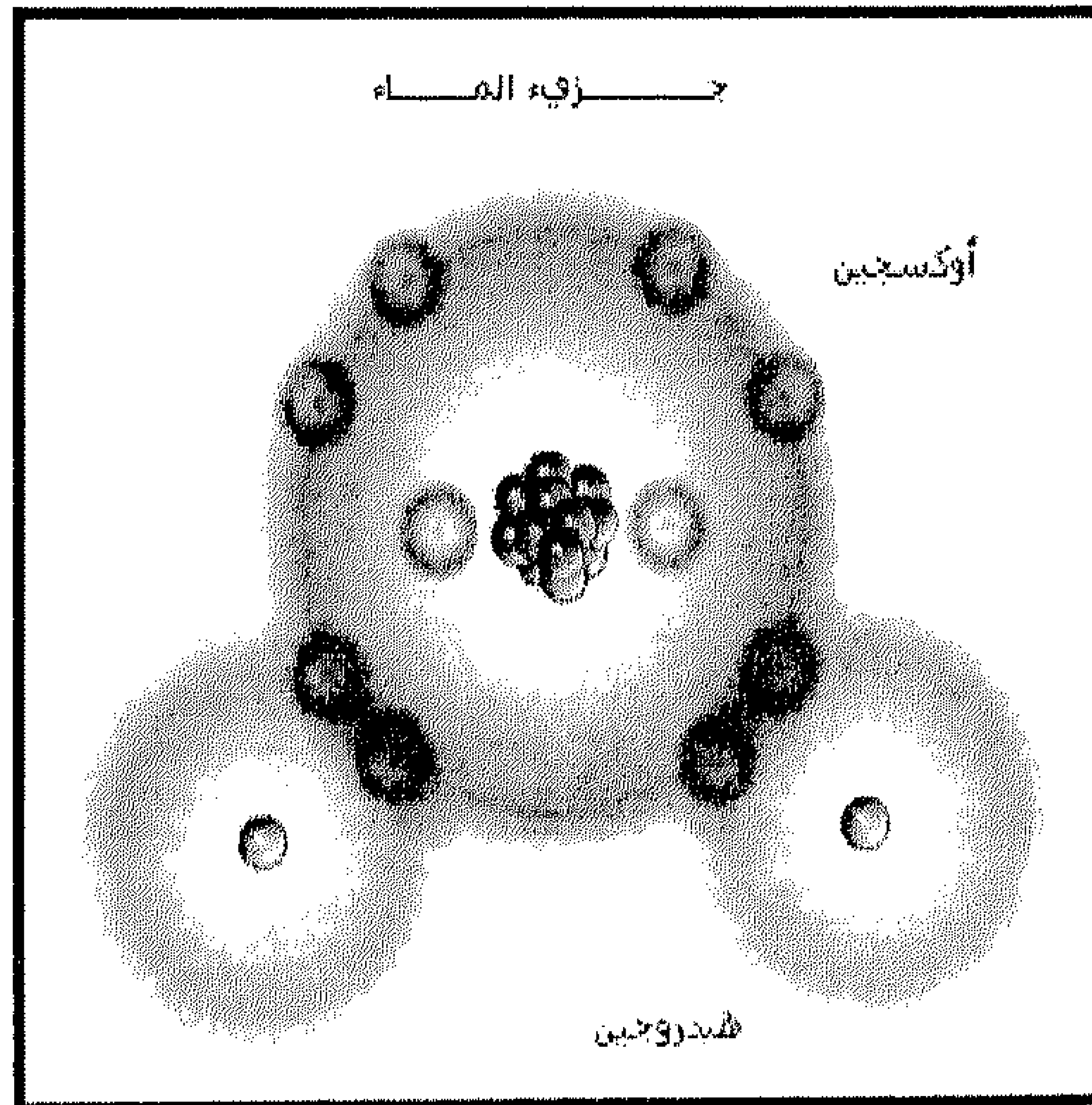
وأهم الصفات الفيزيائية الفريدة للماء هي :

- درجتا التجمد والغليان.
- لزوجة الماء وجريانه.
- الخاصية الشعرية والتوتر السطحي.
- قطبيته التي جعلته يعمل كمغناطيس.
- أشد السوائل تماسكا وتلاصقا.
- ثباته و استقراره الحراري المثالي.
- كثافة الماء العجيبة.



الماء السائل الكيميائي العجيب

الماء مركب كيميائي يتكون من ذرتين من الهيدروجين و ذرة أكسجين ذو ارتباط كيميائي فريد من نوعه، و الماء مذيباً رئيسياً لكثير من المواد الكيميائية ووسطاً جيداً للكثير من التفاعلات الكيميائية، وللماء كثير من الصفات الكيميائية الفريدة والتي أعطته كثير من الميزات الجيدة كسائل بين السوائل الأخري، فالاذابة والتأين والحامضية والقلوية من أبرز صفات الماء الكيميائية.

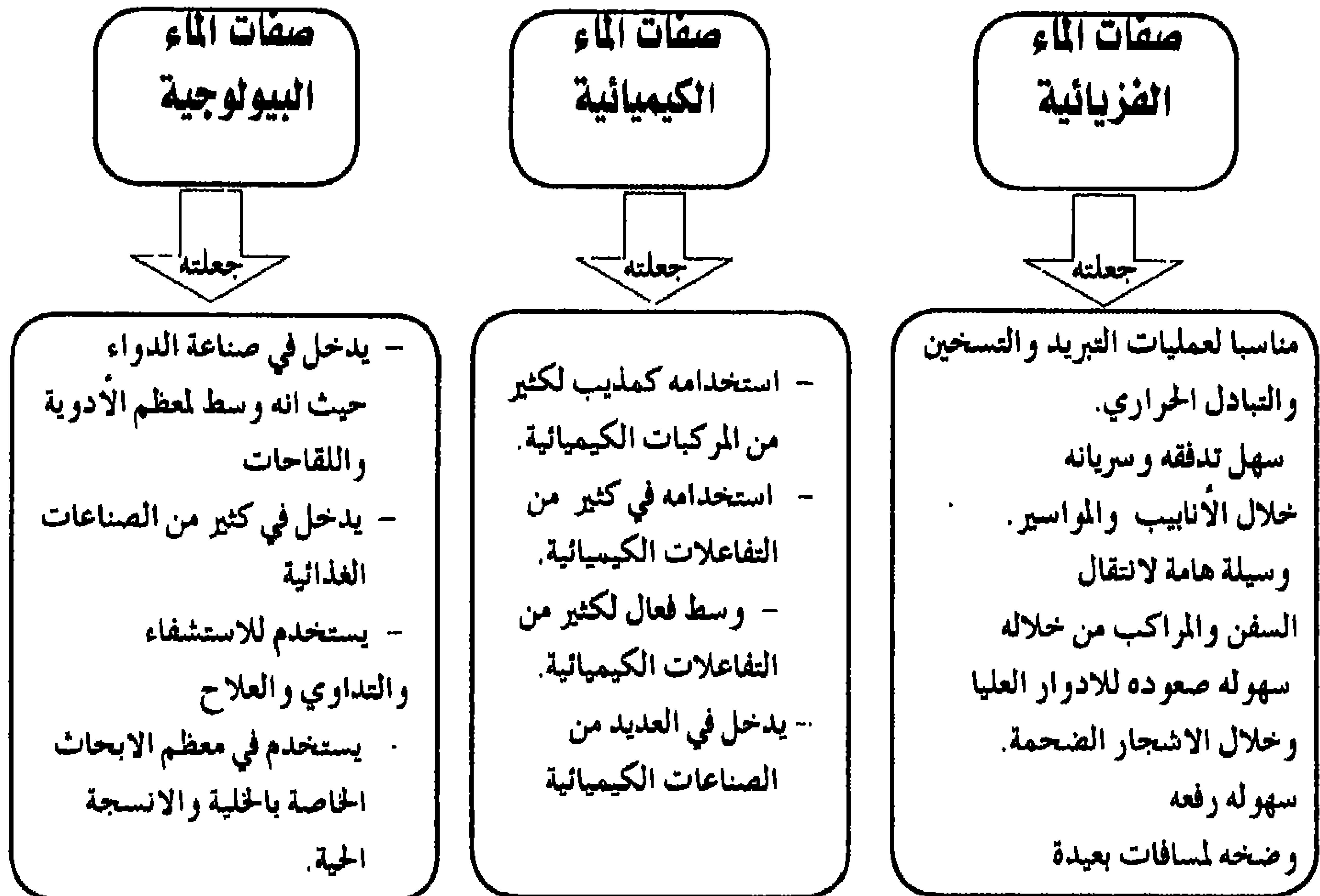


الماء السائل البيولوجي العجيب

أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون المهم في تركيب مادة الخلية، وهي وحدة البناء في كل كائن حي نباتا كان أو حيوانا، وأثبت علم وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوافر له مظاهر الحياة ومقوماتها. خلال دوره الرئيسي في العمليات الحيوية التي تتم داخل جسم الكائن الحي.

والماء هو السائل الوحيد الذي يمكن أن يعيش فيه إعداد هائلة من الكائنات الحية، فالبيئة المائية البحرية تحتوي علي الآلاف من الكائنات الحية الكبيرة والصغيرة والدقيقة التي لا تري إلا بالميكرسكوب في تنوع يشهد بعظمة الخالق سبحانه وتعالي. وتتمثل الأهمية البيولوجية للماء في النقاط التالية:

- الماء مكون هام للإنسان والحيوان والنبات.
- الماء مكون هام للخلية الحيوانية والنباتية.
- الماء بيئة مناسبة لنمو وحياه وتكاثر العديد من الكائنات الحية الدقيقة .
- الماء له وظائف حيوية هامة جدا داخل أجسام الكائنات الحية.



1 - 9. أهمية الماء Importance of Water

كل نبات وحيوان وإنسان بحاجة إلى الماء ليبقى حيًا. ذلك لأن كل العمليات الحيوية من تناول الطعام إلى التخلص من الفضلات تحتاج إلى الماء. لكن اعتماد الناس على الماء يتعدى حاجتهم للبقاء أحياء، فنحن نحتاج إلى الماء أيضًا في أسلوب ونمط معيشتنا، ونحتاج إليه في منازلنا للنظافة الشخصية وطبخ الطعام، وغسل الأطباق، ونحتاج إليه في مصانعنا لإنتاج كل شيء تقريبًا من السيارات حتى السحّابات التي نستعملها في ملابسنا. ونحتاجه في عمليات الري لزراعة المحاصيل في المناطق التي لاتحظى بأمطار كافية فالإنسان يعتمد علي الماء تقريبا في كل شيء في مأكله ومشربه ونظافته وصناعته ومنتجاته وانتقاله ورفاهيته بل احيانا في حروبه وغزواته.

أهمية الماء للكائنات الحية

. يتكون كل كائن حي في معظمه من الماء، فجسم الإنسان موّلف بنسبة 65 % من الماء وهكذا الحال في الفأر. أما الفيل وسنبلة القمح فيتألفان بنسبة 70 % من الماء، ودرنة البطاطس ودودة الأرض تتألفان من 80 % من الماء. أما ثمرة الطماطم ففيها 95 % من الماء.

وتحتاج كل الكائنات الحية إلى كميات من الماء للقيام بعملياتها الحيوية. ويجب أن تتناول النباتات والحيوانات والإنسان العناصر الغذائية. وتساعد المحاليل المائية على تحليل العناصر الغذائية، وتحملها إلى كافة أجزاء جسم الكائن الحي. ومن خلال عمليات كيميائية يحول الكائن الحي العناصر الغذائية إلى طاقة أو إلى مواد لازمة لنموه أو إصلاح ما تلف منها. وتتم هذه التفاعلات في وسط محلول مائي. وأخيرًا فإن الكائن الحي يحتاج إلى الماء للتخلص من الفضلات. وعلى كل كائن حي أن يتناول الماء في حدود طبيعته وإلا سيموت. فالإنسان يستطيع أن يبقى على قيد الحياة لمدة أسبوع واحد فقط بلا ماء. ويموت الإنسان إذا فقد جسمه أكثر من 20 % من الماء. ويجب على

الإنسان تناول حوالي 2.4 لتر من الماء يوميًا، إما على هيئة ماء شرب أو مشروبات أخرى غير الماءمثل الشاي والعصائر أو في الطعام الذي يتناوله والذي يحتوي علي نسبة كبيرة من الماء كالخضروات والفواكه.

الماء للاستعمال في المنزل

يستعمل الناس الماء لأكثر من حاجتهم للبقاء أحياء. فهم يحتاجون الماء للتنظيف والطبخ والاستحمام والتخلص من الفضلات. فاستعمال الماء بهذه الصورة يعتبر ضربًا من الرفاهية لكثير من الناس. وملايين المنازل في آسيا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية ليس بها ماء جارٍ. ويتعين على الناس هناك سحب الماء يدويًا من بئر القرية، أو حمله في جرار من البرك والأنهار البعيدة عن منازلهم.

ويمكن أن يستعمل كل فرد في بلد متقدم ما معدله 380 لترًا من الماء في منزله يوميًا، حيث يلزم استخدام 26 لترًا من الماء لطرد أقذار المرحاض في كل مرة، كما يلزم ما يتراوح بين 76 و114 لترًا للاستحمام. وتحتاج كل دقيقة تحت دُش الحمام إلى 19 لترًا من الماء على الأقل، ويلزم 57 لترًا من الماء لغسل الأطباق في المنزل و 152 لترًا لتشغيل غسالة ملابس أتوماتيكية.

الماء لعمليات الري.

منذ فجر التاريخ ومنذ معرفة الإنسان للزراعة وهو يستخدم الماء لري مزروعاته ومحاصيله. وتتطلب معظم النباتات التي يزرعها الناس كميات كبيرة من الماء. فعلى سبيل المثال، يلزم 435 لترًا من الماء لزراعة كمية من القمح تكفي لخبز رغيف واحد. ويزرع الناس معظم محاصيلهم الزراعية في المناطق ذات الأمطار الوفيرة، ولكنهم في سبيل الحصول على ما يكفيهم من الغذاء فإنه يلزمهم ري المناطق الجافة. ولا تعتبر كميات الأمطار التي تستهلكها المحاصيل الزراعية من ضمن استعمالات الماء، حيث إن مياه هذه الأمطار لم تأت من موارد مياه البلد. ولكن مياه الري من الناحية الأخرى تعتبر ضمن استعمالات الماء إذ إنها تُسْحَب من الأنهار والبحيرات والآبار.

ومياه الري التي تستعملها أمة ما تعتبر مهمة بالنسبة لمواردها المائية، إذ إن هذه المياه تعتبر مستهلكة زائلة ولن يبقى منها شيء يعاد استعماله. تأخذ النباتات الماء عن طريق جذورها، ثم تمرره بعد ذلك عبر أوراقها إلى الهواء على هيئة غاز يسمى بخار الماء. وتحمل الرياح هذا البخار وهكذا يزول الماء السائل. ومن الناحية الأخرى فإن كل الماء المستعمل في منازلنا يعود إلى مصادر الماء ثانية. فالماء يحمل عبر أنابيب الصرف الصحي إلى الأنهار ثانية حيث يعاد استعماله مرة أخرى.

وفي أستراليا التي تعتبر أكثر قارات العالم جفافًا (ماعدا أنتاركتيكا)، تستهلك عمليات الري 74 % من مجمل الماء المستعمل.

يذهب حوالي 41 % من الماء المستعمل في الولايات المتحدة لعمليات الري. أما في المملكة المتحدة وهي قطر ذو أمطار صيفية غزيرة فإن حوالي 1 % من مجمل استعمال المياه يذهب للزراعة. ومعظم هذه الكمية تُستعمل في عمليات الري بالرش وذلك لبضعة أيام فقط أثناء فصل الصيف.

الماء للصناعة

من الاستعمالات الكبيرة للماء هو استعماله في الصناعة والإنتاج الصناعي.

والمياه متطلب هام جدا من متطلبات أية صناعة بشكل أو بآخر ويصعب أن تقوم صناعة بدون الاعتماد علي الماء سواء كان ذلك بصورة مباشرة أو بصورة غير مباشرة، كما يصعب أن تخلو معظم العمليات الصناعية من استخدام للماء في مراحلها المختلفة.

فيلزم حوالي 144.000 لتر من الماء لعمل طن متري واحد من الورق. ويستعمل أرباب الصناعة حوالي 10 لترات من الماء لتكرير لتر واحد من النفط. وتسّحب المصانع في الولايات المتحدة حوالي 600 بليون لتر من الماء يوميًا من الآبار والأنهار والبحيرات. وتُعتبر هذه الكمية معادلة لحوالي 52 % من كميات الماء المستعمل في الولايات المتحدة.

وبالإضافة لهذا تشتري العديد من المصانع الماء من إدارات المياه في المدن. وتستعمل الصناعة في إنجلترا وويلز 80 % من مجمل كميات المياه المستعملة هناك.

وتستعمل الصناعة الماء بعدة طرق فهي تستعمله في تنظيف الفاكهة والخضراوات قبل تعبئتها أو تجميدها. ويستعمل مادة أساسية في المشروبات الغازية والأطعمة المعلبة المحفوظة ومنتجات عديدة أخرى وفي تكييف الهواء وتنظيف المصانع أيضًا. ولكن معظم كميات المياه المستعملة في الصناعة يتم استعمالها في عمليات التبريد وإنتاج البخار. فمثلاً يبرد الماء البخار المستعمل في إنتاج القدرة الكهربائية من حرق الوقود، كما يقوم بتبريد الغازات الساخنة الناتجة عن عمليات تكرير النفط. ويبرد الفولاذ الساخن في مصانع الفولاذ.

ومع أن الصناعة تستعمل كميات وفيرة من الماء، إلا أن نحو 2 % فقط من هذا الماء يعتبر مستهلكًا مهدرًا. ويعاد معظم الماء المستعمل في عمليات التبريد ثانية إلى الأنهار والبحيرات التي أُخذ منها أصلاً. والماء المستهلك في الصناعة هو ذلك الماء المضاف للمشروبات الغازية والمنتجات الأخرى. وكذلك كميات الماء القليلة التي تتحول إلى بخار أثناء عمليات التبريد.

والمنتجات الصناعية تمثل استهلاكاً «غير مباشر» للماء في الحياة الاعتيادية

فتكشف الإحصائيات إلى فرط الاستهلاك غير المباشر للماء في الحياة اليومية. أن الاستهلاك غير المباشر للمياه هو عبارة عن كمية المياه الداخلة فى تصنيع المنتجات الصناعية والتي يتم شراؤها في الحياة الاعتيادية (يمكن تحويل كل المنتجات الصناعية إلى كميات مناظرة من المياه). لتوضيح الفكرة نجد أن سروال الجينز يحتاج إلى 8000 لتر من الماء كي يصل إلينا بهذه الصورة. فالقطن من أكثر النباتات «العطشى» في العالم، وبالتالي فهو من أكثر النباتات المستهلكة للمياه في العالم. ومن يستهلك 50 ورقة يوميا في أجهزة الطباعة والفاكس والاستنساخ يستهلك في الواقع أكثر من لتر من المياه المستخدمة في صناعة الورق والأحبار.

الماء لتوليد الطاقة الكهربية

يستعمل الناس الماء أيضًا في إنتاج القدرة الكهربائية اللازمة لإضاءة منازلهم وتشغيل مصانعهم. وتقوم محطات توليد القدرة الكهربائية باستعمال الفحم الحجري أو أي وقود آخر لتحويل الماء إلى بخار. ويؤمّن البخار الطاقة اللازمة لتشغيل الآلات التي ستنتج الطاقة الكهربائية. وتستخدم محطات توليد القوة الكهرومائية طاقة المياه الساقطة من الشلالات والسدود لتدوير التوربينات التي تدفع بدورها مولدًا لإنتاج الكهرباء. وقد يصل إنتاج الطاقة الكهربية من الماء إلى نسبة 80 % من إجمالي الطاقة الكهربية المنتجة في البلاد كما هو الحال في كندا.

الماء لعمليات النقل والترويح والترفيه

كان الماء ولا يزال من أهم وسائل النقل والترويح في الحقب الزمنية المختلفة، فبدأ الناس استخدام الأنهار والبحيرات في تنقلاتهم وحمل بضائعهم وذلك بعد أن تعلموا بناء القوارب الصغيرة. وبعد أن بنوا القوارب الكبيرة أبحروا في المحيط بحثًا عن بلاد وطرق تجارية جديدة. ولازالوا يعتمدون على عمليات النقل البحري لنقل منتجاتهم الثقيلة كالآليات والفحم الحجري والحبوب والزيوت.

بنى الناس معظم متنزهاتهم ووسائل ترويحهم على امتداد البحيرات والأنهار والبحار. وهم يتمتعون بالرياضات على الماء كالسباحة وصيد السمك والإبحار، كما يتمتعون بجمال البحيرات الهادئة وشلالات الماء الهادرة وبالأمواج الصاخبة وهي تتكسر على الشاطئ. بل إن الناس ومنذ عشرات السنين جلبوا الماء إلى بيوتهم للترفيه والاستجمام فأنشأوا حمامات السباحة المنزلية وأحواض الجاكوزي و أنشأوا ملاهي خاصة بالماء تعرف بالملاهي المائية تكثر فيها الألعاب المائية للأطفال وللكبار علي السواء.

1 - 10 . استخدامات واستهلاك المياه

Water Usage and Consumption

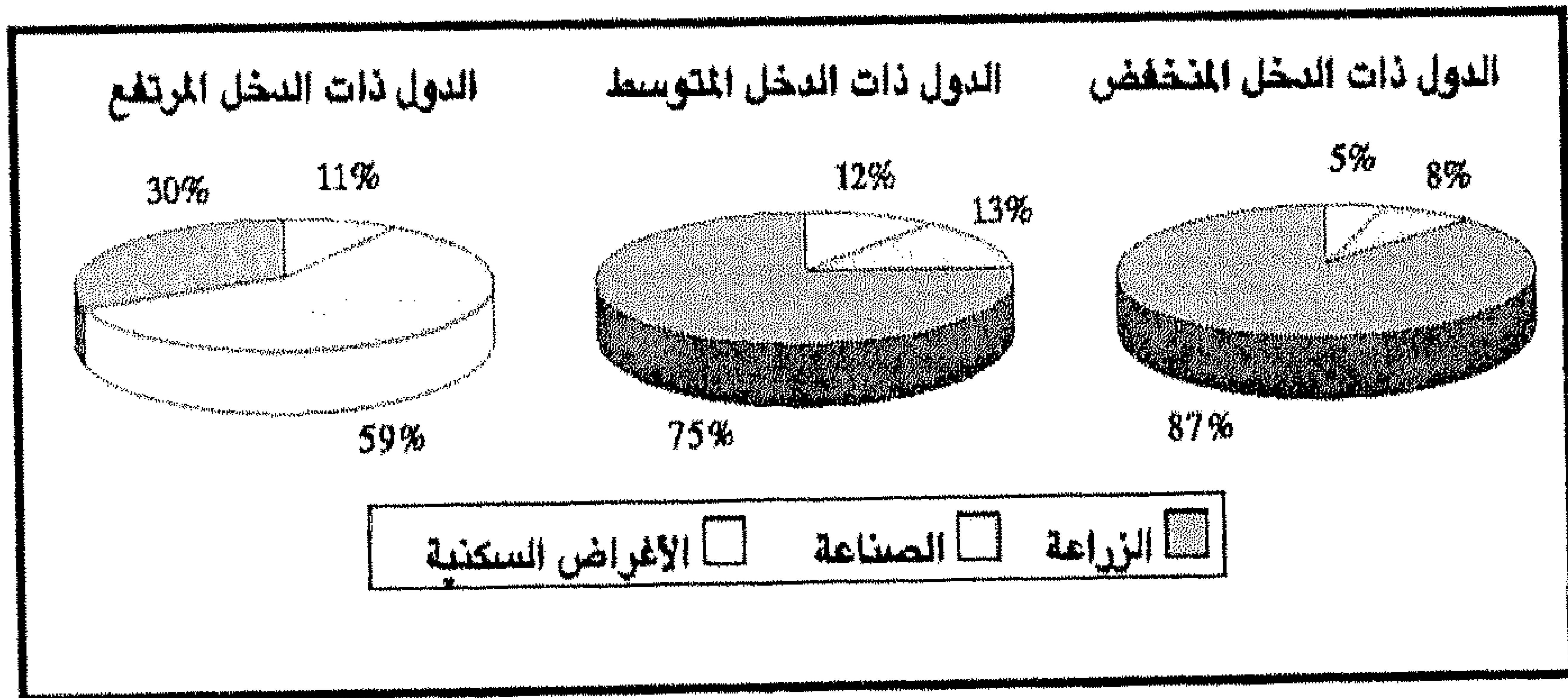
يستعمل الماء في كثير من الأغراض الحيوية والهامة للإنسان وكما قلنا عن أهمية الماء لحياه الإنسان والحيوان والنبات، فان الماء يعد من أكثر المواد استخداما في حياة الإنسان سواء علي المستوي الصناعي أو الزراعي أو التجاري أو حتي الترفيهي. وتتلخص أهم استعمالات الإنسان للمياه في الأغراض الآتية : -

- الري والزراعة وسقي الحيوانات .
- الاستزراع البحري للكائنات المائية.
- الشرب والاستحمام.
- إعداد الأطعمة والمشروبات.
- الغسيل والتنظيف وطرد المخلفات .
- الاستخدامات في الصناعة.
- التعدين واستخراج الثروات.
- توليد الطاقة الكهربية .
- نقل البضائع والسلع .
- الاستخدامات الترفيهية.
- مصدر للثروة الحيوانية كالأسماك.

وفقاً لبيانات التي نشرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في عام 1998م، تعد الزراعة أكثر القطاعات استهلاكا للماء إذا تصل نسبة ما تستهلكه إلى أكثر من 70 % من الاستهلاك العالمي للمياه النقية، ويأتي قطاع الصناعة كثاني اكبر مستهلك للمياه بنسبة 20 %، بينما يصل الاستهلاك المنزلي (السكني) إلى اقل من 10 % ولكنه يتطلب نوعية وجودة للماء أفضل بكثير من نوعية الزراعة والصناعة. ويلخص الشكل

أدناه توزيع الماء التي تستهلكها هذه القطاعات كدلالة علي مستوي دخل الدولة، حيث تظهر هذه البيانات ثلاثة اتجاهات رئيسية هي:

- ان الزراعة هي اكبر مستهلك للمياه في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط.
- ان حصة المياه التي تستهلكها الصناعة تكون اكبر في الدول ذات الدخل المرتفع، وذلك لاختلاف الهياكل الاقتصادية، واستخدام المياه في الزراعة بصورة أكثر كفاءة.
- ان الاستهلاك المحلي (السكني) لا يمثل الا نسبة ضئيلة من الاستهلاك الاجمالي للماء في كافة الدول علي اختلاف مستوي الدخل، الا ان متطلبات جودة المياه تكون اعلي.



استهلاك الماء داخل المنزل

تختلف نسبة المياه المستعملة في المنازل من بلد لآخر بل من منطقة ل أخرى في البلد نفسه فمثلا معدلات وطبيعة الاستهلاك في الريف تختلف عنها في المدن ففي بعض المدن الأوربية والأمريكية تكون النسب الآتية :-

- 35 % لكسح المراحيض .
- 30 % للمطابخ والشرب .
- 17 % للحمامات .
- 15 % غسيل الملابس .
- 3 %غسيل السيارات ، وري النباتات المنزلية .

أما في الشرق الأوسط والدول العربية فتكون النسب مختلفة لارتفاع درجة الحرارة واختلاف عادات الناس وتقاليدهم وطبيعة معيشتهم ومتطلباتهم الدينية، فترتفع نسبة المياه المستعملة في الحمامات وغسيل الملابس وتكون النسب كالتالي : -

- 25 % لكسح المراحيض .
- 27 % للمطابخ والشرب .
- 24 % للحمامات .
- 22 % غسيل الملابس .
- 2 %غسيل السيارات ، وري النباتات المنزلية .

ومن المهم ذكر الأتي نتيجة لارتفاع مستوي المعيشة في بعض البلدان الخليجية وانتشار الفيلات الخاصة والحدائق الخاصة فقد ارتفعت نسب استهلاك المياه المطلوبة لتلك الأغراض وأيضا استهلاك المياه المستخدم في أجهزة التبريد والتكييف المائية في المناطق الحارة والجافة . . وتختلف الكمية المستهلكة طبقا لنوعية وطبيعة الاستخدام داخل المنزل . ويبين الجدول التالي أهم استخدامات الماء داخل المنزل وكميات الاستهلاك .

جدول 1 – 4

كميات استهلاك الماء في الأغراض المنزلية المختلفة

النشاط	استهلاك الماء
ماء الشرب	2 – 4 لتر /يوم للشخص
اخذ حمام	5 جالون في الدقيقة للماء الجاري المتدفق
طرد المخلفات بدفق الماء في المرحاض	5 جالون لكل دفقة
غسل الأطباق يدويا	5 جالون في الدقيقة
غسل الأطباق بغسالة الأطباق	20 جالون لكل دورة غسيل
غسل الأسنان	2جالون في الدقيقة
غسيل الأيدي	2 جالون في الدقيقة
غسالة الملابس	50جالون لكل دورة غسيل
سقي نباتات الحديقة	3 جالون في الدقيقة
غسل السيارة	10 جالون في الدقيقة للماء الجاري المتدفق



الفصل الثاني

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2. مقدمة

2 - 1. خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2 - 1 - 1. الخصائص الفيزيائية للمياه

2 - 1 - 2.الخصائص الكيميائية للمياه

2 - 1 - 3. الخواص الحيوية للمياه

2 - 2. الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب

2 - 3. المياه غير الملوثة

2 - 4. المياه الملوثة

الفصل الثاني

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2. مقدمة Introduction

الصيغة الكيميائية للماء هي H_2O ولكن للماء عديد من الخصائص والتي ليس من السهل وصفها وشرحها بصورة مبسطة. فمثلا في درجات الحرارة المنخفضة الماء يتصرف كأنه في صورة جزيئية H_6O_3 أو H_8O_4 مرتبطة ببعضها بجسور هيدروجينية. وفي حالات التجمد فان الروابط الهيكلية للماء تكون أكثر أهمية من الاهتزاز الحراري الذي يشجع علي فقد الترابط والالتحام بين الجزيئات. وتزداد كثافة الماء بارتفاع درجة الحرارة. نتيجة للتركيب الجزئيئ للماء وخصائصه الكهربية والتي لها ثابت كهربي عالي وتوصيلية كهربية منخفضة، فان الماء له قدرة علي إذابة العديد من المواد، ومن ثم فان كيمياء الماء الطبيعي تكون معقدة جدا.

كل المياه الطبيعية تحتوي علي كميات متفاوتة من المواد الأخرى بتركيزات تتراوح بين كميات ضئيلة جدا علي مستوي النانوجرام لكل لتر كالمواد العضوية النزرة في مياه الأمطار، إلى أن تصل إلى حوالي 35.000 مجم/لتر لمياه البحر. المياه المستعملة (مياه الصرف) تحتوي علي معظم المواد الذائبة الموجودة في مصادر امدادت الماء بالإضافة إلى الشوائب والملوثات التي تنتج من الأنشطة المختلفة. وهكذا فان أيضاً الإنسان ينتج 6 جرامات من الكلوريد في اليوم ومن ثم فلو استهلك الإنسان 150 لتر في اليوم من الماء في إغراضه المختلفة فان مياه الصرف الصحي البلدية الناتجة عنه سوف تحتوي علي الأقل 40مجم/لتر من الكلوريد. مياه الصرف النموذجية تحتوي علي حوالي

1000مجم/لتر من المواد الصلبة في صورة ذائبة ومعلقة ومن ثم فان هذه المياه تكون 99.9 % مياه خالصة.

لفهم طبيعة أي عينة للماء بصورة حقيقة فانه من الضروري قياس خصائص عديدة في العينة وذلك بتحليل العينة مع الانتباه للخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتلك العينة.

2 - 1. خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

Physical، Chemical and Biological Characteristics

تتميز الأنواع المختلفة من المياه بالعديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والتي تميز كل نوع من الماء علي الأخر، وتعتمد هذه الخصائص علي طبيعة مصدر الماء وطبيعة تكونه ومكان استقراره وجريانه، والمؤثرات البيئية المحيطة به.

2 - 1 - 1. الخصائص الفيزيائية للمياه Physical Characteristics

وهي الخصائص الطبيعية المميزة للماء، وهي في كثير من الحالات سهلة القياس والتقدير نسبيا ويمكن ملاحظتها والإحساس بها من قبل الشخص العادي. ومن أهمها:

- درجة الحرارة .
- الكثافة.
- الطعم والرائحة .
- اللون.
- العكارة.
- المواد الصلبة .

- التوصيلية الكهربية.
- النشاطية الاشعاعية.

الحرارة Temperature

الماء سائل عند درجة الحرارة الموجودة في معظم مناطق الكرة الأرضية. وتُعدّ درجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الصورة السائلة، إحدى الصفات الفريدة والمميزة للماء. فعند درجة الضغط الجوي العادي يكون الماء سائلاً بين درجتي التجمد «صفر مئوي» ودرجة الغليان « 100 ^{5}م». فيما لا توجد المواد الأُخرى ذات التركيب المشابه للماء بصورة سائلة عند هذا النطاق الحراري الواسع.

الكثافة Density

غالبا ما يشار للكثافة النوعية للماء عند درجة حرارة 4 مئوية وضغط طبيعي (1 ضغط جوي). ويفضل استخدام كلا من هذه الحرارة والضغط لأن كثافة الماء تكون أكبر ما تكون في هذه الحالة وهى تساوي 1000 كجم/م^3 في نظام الوحدات الدولي.

وتقاس الكثافة بالجرام في كل سنتيمتر مكعب (الكتلة على الحجم). وتتراوح قياساتها في المحيطات المفتوحة بين 1.024 و1.023 جرام، في السنتيمتر المكعب. وكثافة مياه البحار والمحيطات، أكثر تأثراً بدرجات الحرارة، منها بالملوحة أو الضغط.

يمتاز الماء بأن له درجة كثافة قصوى فمعظم المواد تزداد كثافتها كلّما انخفضت حرارتها. أما الماء فتزداد كثافته بانخفاض حرارته إلى 3.8 مئوية؛ ثم تبدأ كثافته بالانخفاض مرة أخرى كلّما انخفضت حرارته وذلك بسبب بداية تكوُّن البلورات الثلجية عند الدرجة المذكورة.

وقد انعكس ذلك، إيجاباً على المياه المحيطية من عدة وجوه؛ إذ إن هناك تطابق بين مياه البحار والمحيطات فالأقل كثافة ترتفع إلى السطح؛ والأكثر كثافة تنخفض في الأعماق. وبطبيعة الحال فإن مياه الأعماق هي أبرد من المياه السطحية. ولكن عند تجمد الماء فإنه يرتفع إلى السطح، حيث يكوّن طبقة جليدية عازلة تبقى المياه تحتها بما فيها من أحياء بحرية نباتية وحيوانية. والملاحظ أن كثيراً من الأحياء البحرية تتحمل درجات حرارة منخفضة ولكنها تموت عند تجمد الماء. وتتباين كثافة المياه البحرية أفقياً كذلك متأثرة بالتغير في درجات الحرارة مع دوائر العرض وبنسب الملوحة التي ترتبط بها ارتباطاً إيجابياً؛ فضلاً عن تأثرها بكمية التدفق النهري من المياه العذبة والقرب والبعد من السواحل.

الطعم والرائحة Taste and Odor

الرائحة مثل الطعم هي قياس تأثير المواد المحفزة لاغشية الشم لدي الإنسان، والماء النقي عديم الرائحة وتعد الرائحة من دلائل تغير طبيعة المياه فالماء الملوث كمياه الصرف لها رائحة مميزة منفرة في غالب الاحيان.

أسباب الرائحة تعزى إلى المواد العضوية الغريبة عن المياه الطبيعية أو المواد غير العضوية مثل كبريتيد الهيدروجين أو مياه المجارى أو المخلفات الصناعية أو الكائنات الحية مثل الطحالب والبروتوزوا والفطريات وبعض البكتيريا. وجميعها تسبب رائحة غير مقبولة فى مياه الشرب.

أما طعم المياه فهو الإحساس الناتج عن تفاعل اللعاب والمواد المذابة في الماء إذا توجد علاقة وثيقة بين حاستي الذوق والشم؛ ومن الصعوبة التفريق بينهما إذ أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي إلى طعم معين لكن العكس غير صحيح، فثمة مواد معدنية تسبب طعما دون رائحة.

ويمكن القول بصفة عامة إن حاسة الطعم تفيد في الكشف عن الملوثات الغير عضوية في المياه (بعض الأملاح) بينما حاسة الشم تفيد في الكشف عن بعض الملوثات العضوية.

اللون Color

بعض العلماء يقولون انه حتى الماء النقي ليس عديم اللون تماما حيث انه لديه خلفية لونية خضراء مزرقة خفيفة جدا أو لون اخضر مزرق باهت جدا جداً جداً ويتضح ذلك في الكميات والحجوم الكبيرة من الماء. ومن الضروري جدا التفريق بين اللون الحقيقي نتيجة لوجود بعض المواد الذائبة في المحلول واللون الظاهري نتيجة لوجود المواد العالقة. معظم مستهلكي الماء لا يفضلون وجود لون للماء منهم منتجو الورق المستخدم للأغراض الفنية ذو الجودة العالية جدا.

يجب إزالة اللون من المياه ولو لم يكن له تأثير ضار في الصحة ذلك انه يؤدي إلى عدم استساغة الماء للشرب. كما أن اللون الناتج عن وجود الحديد أو المنجنيز في الماء يسبب تأثيرا سلبيا في نوعية الإنتاج في مجال الصناعة، فوجود نسبة من الحديد بالماء مثلا قد يؤثر في الصناعات النسيجية وبخاصة الصناعة القطنية اذ يترك بقعا صفراء تضر بنوعية الإنتاج وجودته. أما بالنسبة للمياه الملوثة مثل مياه الصرف الصحي فإنها عادة تكون ملونة لكونها غير صافية، والمواد العالقة التي تسبب لون للمياه الملوثة يمكن إزالتها بالترشيح أو بالترسيب.

العكارة Turbidity

وجود بعض المواد الصلبة الغروية تعطي للسائل مظهر عكاري غير صاف والذي من الناحية الجمالية غير مرغوب فيه وغير مستساغ وربما في بعض الأحيان يكون

ضارا. والعكارة في الماء قد تكون نتيجة جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأتربة التى تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمى التى تحتوى على مركبات السيليكا وأخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات، وأيضا نتيجة وجود كميات كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب وبكتريا الحديد في الماء، بالإضافة إلى تلوث الماء بسبب صرف مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي.

المواد الصلبة Solids

المواد الصلبة في الماء ممكن أن تكون عالقة أو ذائبة في المحلول ويمكن تقسيمها إلى مواد عضوية أو مواد غير عضوية. الأملاح الكلية الذائبة TDS تكون لوجود الأملاح الذائبة، أما المواد الصلبة العالقة SS تكون نتيجة جسيمات منفصلة والتي يمكن تقديرها وقياسها عن طريق ترشيح عينة خلال ورقة ترشيح. والمواد العالقة تتواجد بالماء بسبب وجود بعض المواد العضوية (كبقايا النباتات أو الحيوانات) أو حيوية مثل البكتريا والطحالب وبعض الشوائب المعدنية (كالرمال والتراب) إضافة إلى مخلفات المصانع والمجاري ومركبات الحديد ونمو الطحالب والتفاعلات التي تنجم عنها. أما المواد القابلة للرسوب Settleable solids فتقدر عن طريق ترك عينة الماء لتترسب تلقائيا في مخبار اسطواني سعة واحد لتر لمدة ساعة من الزمن.

التوصيلية الكهربية Electrical conductivity

تعبر التوصيلية الكهربية عن نسب الأملاح الكلية الذائبة في المياه، فارتفاعها يدل علي ارتفاع نسب الأملاح في المياه، حيث انه كلما زادت الأملاح في المياه زادت توصيليتها الكهربية (توصيل التيار الكهربي). وزيادة الأملاح اما ان تكون بفعل طبيعي كطبيعة المياه و الأرض الجوفية او ما تذيبه وتسقطه مياه الأمطار من

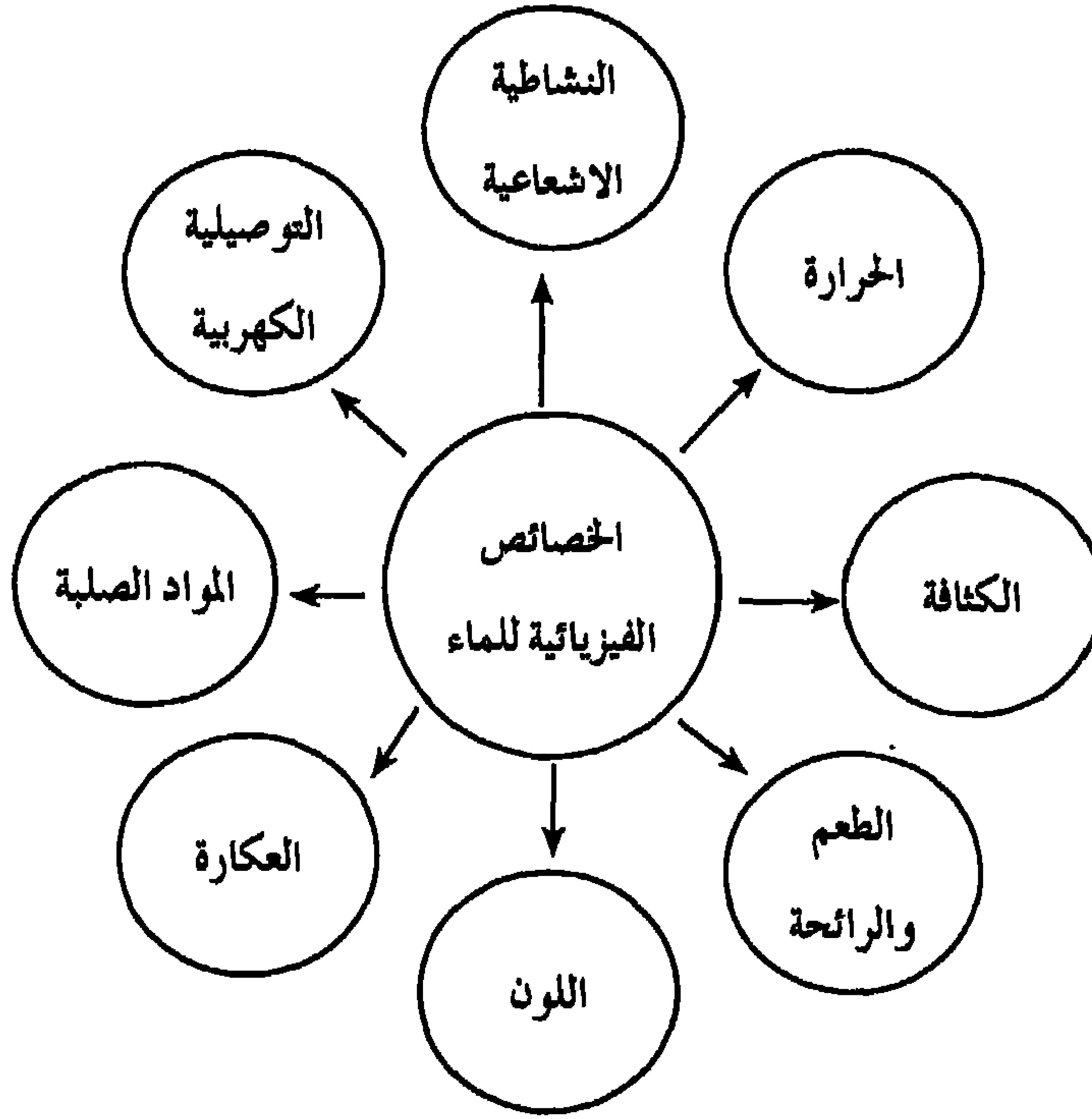
عناصر أو بفعل صناعي كصرف مياه الصرف الصحي أو الصناعي أو الزراعي علي المسطحات المائية الطبيعية. قياس التوصيلية الكهربية للماء دليل سريع علي محتوي الماء من الأملاح الكلية الذائبة.

النشاطية الإشعاعية Radioactivity

قياس النشاط الإشعاعي للماء يتم عن طريق تقدير النشاط الإشعاعي الناتج عن وجود جسيمات بيتا β وأشعة جاما γ في الماء وهو من القياس الروتينية المحددة لجودة الماء من الناحية الإشعاعية. وقد يتواجد الرادون بصورة طبيعية في بعض أنواع الماء الجوفي وخاصة الرادون 222 وهو شديد الذوبان في الماء.

الجرعة الفعالة المؤثرة لو تناول الإنسان مياه الشرب لمدة عام هى 0.1 ميللى سيفرت وهى تعادل 5 % فقط من الجرعة الفعالة المؤثرة من المصادر المشعة الطبيعية. وبالتالى يجب أن تقل هذه النسبة فى مياه الشرب ليكون صالحا للاستهلاك الآدمى.

لتقدير درجات تركيز المستوى الإشعاعي فى البيئة تستخدم وحدة قياس غير السيفرت التى تستخدم فى تقدير الجرعة الفعالة المؤثرة فى صحة الإنسان وتسمى وحدة القياس الكمى هذه بالبيكاريل. وهناك علاقة حسابية (معامل حسابى) بين درجة تركيز المستوى الإشعاعى (بيكاريل) ووحدة قياس الجرعة الفعالة المؤثرة(سيفرت) والتى تأخذ بعين الأعتبار أن الإنسان يشرب لترين من المياه يوميا أى 730 لترا فى العام.



شكل 2 - 1 أهم الخصائص الفيزيائية للماء

2 - 1 - 2 . الخصائص الكيميائية للمياه Chemical Characteristics

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر، تسمى «جزيئات». وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات. وكل جزيء، من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر، تسمى «ذرات». ويحتوي جزئ الماء الواحد على ثلاثة ذرات مرتبطة ببعضها، ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين.

الخصائص الكيميائية للماء تميل ان تكون أكثر تخصصية من الخصائص الفيزيائية ولهذا فهي أكثر إفادة في تقييم خصائص العينات وفي تقييم جودة الماء بصفة عامة، ومن أهم الخصائص الكيميائية للماء ما يلي:

- الرقم الهيدروجيني.
- القلوية.
- الحامضية.
- العسر.
- الأكسجين الذائب.
- المتطلب من الأكسجين.
- النتروجين .
- الكلوريد.
- المواد العضوية النزرة.
- الفوسفات.

الرقم الهيدروجيني

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ما، وهو تعبير علي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية، ويمثل الأس الهيدروجيني في محلول نشاط أيونات الهيدروجين في هذا المحلول ويعبر عنه رياضياً كالآتي :

الأس الهيدروجيني = - لو 10 (يد) اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين للأساس 10.

وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14 ، وقيمة الأس الهيدروجيني ل أنواع عديدة من المياه تتراوح بين 6.0 إلى 9.0.

وترجع أهمية الأس الهيدروجيني في تحديد التركيبات الحيوية والكيميائية في المياه الطبيعية حيث أن درجة تحلل أو تفكك الأحماض والقواعد الضعيفة تعتمد على

التركيز الأيوني للهيدروجين وبذا تتأثر درجة سمية بعض المركبات. فمثلاً ترتفع سمية الزرنيخ للأسماك مع انخفاض الأس الهيدروجيني (زيادة حمضية المحلول) لأن التوازن الكيميائي يتزحزح في اتجاه تكوين حمض الهيدروسيانيك. ولقد شوهدت نتائج مماثلة لكبريتد الهيدروجين، ولكن في حالة غاز الأمونيا فإن سمية هذا الغاز تزيد مع زيادة الأس الهيدروجيني (زيادة القلوية) فمثلاً وجد أن سمية النشادر ترتفع إلى عشرة أضعاف عند أس هيدروجيني 8 عنه عند درجة التعادل الحمضي 7.

القلوية Alkalinity

نتيجة لوجود عناصر الكربونات CO_3^{--} والبيكربونات HCO_3^- والهيدروكسيدات OH^-، معظم القلوية الطبيعية في الماء نتيجة لأملاح البيكربونات التي تنتج من تأثير الماء الجوفي علي الحجر الجيري أو الصخور الكلسية. ويمكن اعتبار البورات والسليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القلوية.

والأملاح المسئولة عن القلوية لها فائدة في الماء وفي ماء الصرف اذا تعمل تمد الماء بخاصية مقاومة التغير في الرقم الهيدروجيني للماء. انه من الطبيعي ان تقسم القلوية إلى القلوية نتيجة الهيدروكسيدات عندما يكون الرقم الهيدروجيني للماء اكبر من 8.4، وتقسم إلى القلوية الكلية عندما يكون الرقم الهيدروجيني اكبر 4.5.

الحامضية Acidity

في معظم المياه الطبيعية ومياه الصرف الصحي فان البيكربونات تقوم بمعادلة تأثير بعض المواد الحمضية كثاني أكسيد الكربون وذلك في حالة وجوده في الماء. فعند ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء يكون حمض الكربونيك $H2CO3$ والذي يسبب حامضية للماء.

وعموما تعرف حامضية الماء بأنها قدرة الماء علي التفاعل مع القواعد القوية عند رقم هيدروجيني محدد. ويتم الاختبار لمياه الصرف باجراء معايرة للعينة بمحلول

قلوي قياسي لنقطة نهاية عند رقم هيدروجيني 8.3. وتكتب الحامضية بالمليجرام لكل لتر مقيمة ككربونات الكالسيوم.

العسر Hardness

يُعرّف «الماء اليسر»، بأنه الماء الذي يتفاعل مع الصابون عند استخدامه في الغسيل، منتجاً رغوة الصابون. أمّا «الماء العسر» فإنه لا تنتج عنه هذه الرغوة أو تنتج بكمية ضئيلة. ويرجع السبب في عدم إنتاج رغوة للصابون مع الماء العسر إلى وجود نسبة عالية من الأملاح المذابة في الماء، مثل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم خاصة البيكربونات والكبريتات ونتيجة وجود هذه الأملاح في الماء، تتفاعل مع الصابون لإنتاج رواسب كيميائية، بدلاً من الرغوة، التي تزيل الأقذار من الملابس، أو الأدوات المراد غسيلها. لذلك فإن سكان المناطق التي بها ماء عسر، يجدون مشقة كبيرة في استخدام الماء العسر في النظافة. ويمكن إزالة عسر الماء بعدة طرق، تبعاً لنوع الأملاح المسببة للعسر. ففي حالة العسر المسبب بأملاح بيكربونات الكالسيوم، فيكفي غلي الماء للتخلص من هذا العسر، حيث تتحول البيكربونات إلى كربونات تترسب داخل إناء التسخين أو الغلي. لذا يطلق على العسر الناتج من هذه الأملاح «العسر المؤقت».

وهو يختلف عن العسر الدائم، الناتج عن كبريتات الماغنسيوم أو الكالسيوم، ولا يمكن التخلص منه بالحرارة. وكما أن الماء العسر غير مناسب للاستعمال العام، فإن الماء شديد اليسر غير مناسب أيضاً للاستعمال العام، لأن طعمه غير مناسب، لخلوه من ثاني أكسيد الكربون. وكذلك يذيب الماء اليسر الرصاص في الأنابيب المصنوعة من هذا المعدن، لأنه يؤدي إلى تكوين هيدروكسيد الرصاص، وهي مادة قابلة للذوبان في الماء، مما يؤدي إلى التسمم بالرصاص، نتيجة الاستعمال المستمر لهذا الماء المحتوي على الرصاص.

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

الأكسجين من أكثر العناصر واهمها في التحكم في جودة الماء. فوجوده في الماء ضروري جدا للمحافظة علي حياه الاشكال الارقي من الكائنات البيولوجية في الماء، ومعرفة تأثير التدفقات والتصرفات التي تصب في الأنهار والبحيرات والتي يتم تحديديها عن طريق معرفة اتزان نظام الأكسجين داخل تلك الأجسام المائية. ، وتتوقف ذوبانية الأكسجين داخل الماء علي درجة الحرارة، كما يؤثر وجود المواد العضوية علي كمية الأكسجين الذائب في الماء.

وتقدير نسبة وتركيز الأكسجين الذائب في النهر يعطي تصور مبدئي لنوعية المياه وقدرة النهر علي استيعاب المخلفات السائلة، ومن المعروف ان درجة تشبع المياه بالأكسجين هي 9 مجم / لتر عند درجة 20 مئوية وضغط 1013 ملي بار، وتبلغ 8.4 مجم /لتر عند 25 مئوية.

فإذا كان تركيز الأكسجين الذائب في النهر أقل من نصف درجة التشبع كان ذلك دلالة علي تلوث المياه بدرجة كبيرة، حيث يجب أن تكون درجة تركيز الأكسجين أكبر من 75% من درجة التشبع حتي يمكن للنهر استيعاب مخلفات جديدة.

المتطلب من الأكسجين Oxygen Demand

المواد العضوية عامة غير ثابتة وربما تتأكسد بيولوجيا أو كيميائيا لنواتج نهائية ثابتة ومستقرة وخاملة نسبيا مثل ثاني أكسيد الكربون CO_2، النترات NO_3، والماء H_2O. وللاستدلال علي محتوي المواد العضوية في الماء الملوث يتم قياس كمية الأكسجين المطلوبة والمستخدمة لتثبيت تلك المواد العضوية عن طريق اختباراين هامين هما:

1 – الأكسجين الحيوي المتص(Biochemical Oxygen Demand (BOD

وهو يقيس كمية الأكسجين المطلوبة للكائنات الحية الدقيقة لتكسير وتحلل المواد العضوية.

2 – الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand وهو يقيس كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة المواد العضوية كيميائيا عن طريق التفاعل الكيميائي بالمواد المؤكسدة.

النتائج المتحصلة عي الاختبارات التي أجريت علي عينات المياه توضح أن قيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك اكبر من قيمة الأكسجين الحيوي المتص وهذا بالطبع لان الأكسجين الحيوي المتص هو جزء من الأكسجين الكيميائي المستهلك.

والجدول التالي يبين بعض أنماط تقسيم الأنهار من حيث درجة التلوث حسب قيمة الأكسجين الحيوي المتص والمواد الصلبة العالقة وكمية الأكسجين الذائب (هذه القيم تقيس درجة التلوث).

جدول 2 – 1

درجة تلوث الأنهار

الأكسجين الذائب % D.O	المواد الصلبة العالقة TSS mg/l	الأكسجين الحيوي الممتص BOD mg/l	نمط النهر
90	أقل من 4	أقل من 1	نظيف جدا
90 – 75	10	2	نظيف
75 – 50	15	3	نظيف نسبيا
أقل من 50	21	5	مشكوك فيه
–	30	7.5	ضعيف
–	35	10	سيئ
–	40	20	سيئ جدا

ويلاحظ من الجدول انه كلما زادت قيم مؤشرات التلوث العضوي وهي الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الصلبة العالقة زادت درجة تلوث النهر، بينما يدل الأكسجين الذائب علي نظافة النهر من الملوثات العضوية فكلما كان مستوي الأكسجين الذائب مرتفعا وقريبا من مستوي درجة تشبع النهر بالأكسجين دل ذلك جودة مياه النهر وخلوها من التلوث العضوي الذي يعد أكثر الملوثات استهلاكا للأكسجين الذائب داخل المياه.

النتروجين Nitrogen

النتروجين عنصر هام جدا حيث أن كثير من التفاعلات البيولوجية لا تتم إلا في وجود نتروجين كاف. النتروجين يتواجد في أربعة صور رئيسية في دورة الماء :

- النتروجين العضوي – وهو النتروجين الذي يكون علي هيئة البروتينات، الأحماض الأمينية، واليوريا.
- الأمونيا نتروجين Ammonia (NH3) Nitrogen وهو النتروجين علي هيئة املاح للأمونيوم مثل كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$، أو علي صورة أمونيا حرة.
- النيتريت نتروجين Nitrite (NO_2) Nitrogen كمرحلة أكسدة وسيطة وهي عادة لا تتواجد بكميات كبيرة.
- النيترات نتروجين Nitrate (NO_3) Nitrogen وهو ناتج الأكسدة النهائي للنتروجين.

الكلوريد Chloride

يشتق اسم الكلوريد من اسم عنصر الكلور حيث أن الكلور Cl_2 لا يوجد في صورة العنصرية فهو يوجد كغاز في صورة جزئ، إلا أن الكلوريد هو عبارة عن ايون الكلور في صورته السالبة Cl^- أي انه ايون سالب إذ يكون بإمكانه الاتحاد مع الشقوق الموجبة

(الفلزات) مكوناً أملاح والتي توجد في صورة أُملاح معدنية، ويعتبر الكلوريد من اكبر المكونات اللاعضوية الموجودة في مياه الصنبور الصالحة للشرب ومياه الصرف أو المجاري .

كما يتوزع على نطاق واسع في الطبيعة على شكل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، حيث يشكل 0.05 % من اليابسة إلا النسبة الكبرى منه تكون في المحيطات.

والكلوريد هو المسئول عن الطعم المالح للمياه الضاربة في الملوحة والمياه المالحة. ووجود الكلوريد في المياه العذبة بشكل كبير قد يدل علي التلوث بمياه الصرف الصحي البلدية نظرا لمحتوي البول من الكلوريد. تشير اغلب المواصفات القياسية وبصفة خاصة الخليجية والسعودية إلى أن الحد المسموح به من الكلوريدات في مياه الشرب هو 250 مجم / لتر وذلك لتجنب ظهور الطعم المالح في المياه بالإضافة للوقاية ضد أي خطر وخاصة المخاطر الفيزيائية .

المواد العضوية النزرة Trace Organics

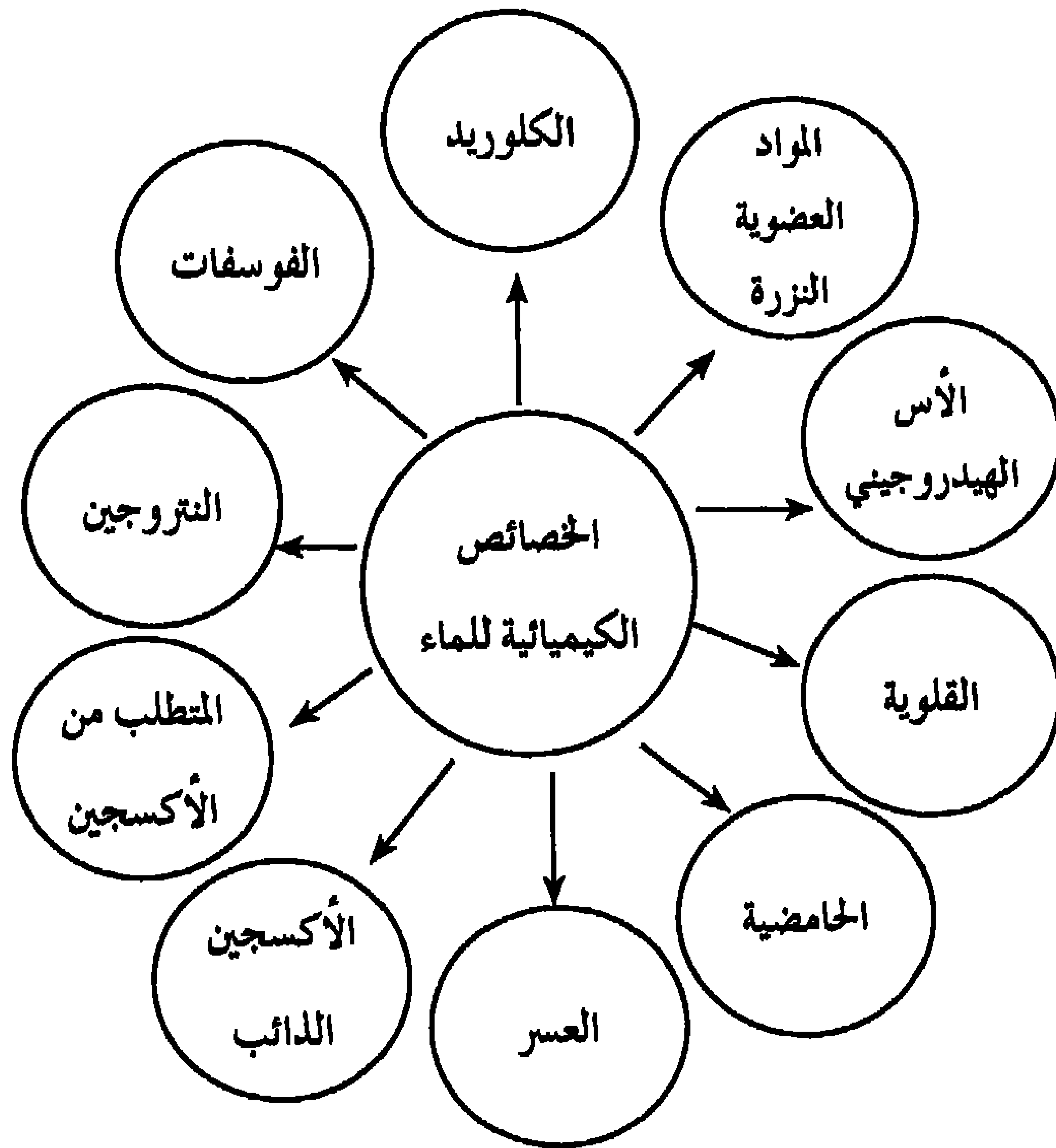
أكثر من 600 مركب عضوي تم تحديدها في مصادر المياه ومعظم هذه المركبات تتواجد في الماء نتيجة للأنشطة الإنسانية أو للعمليات الصناعية. والمواد التي وجدت في الماء تشمل البنزين والكلوروفينول والاستروجينات والمبيدات والهيدركربونات الارومانية متعددة الحلقات والترايه الوميثانات. وهذه المواد تتواجد بتركيزات قليلة جدا إلا أن لها تأثيرات صحية خاصة عند استهلاك المياه المحتوية عليها في المدي الطويل.

الفوسفات Phosphate

تعتبر الفوسفات من أهم دلائل التلوث العضوي في المصادر المائية ويظهر أيون الاورثوفوسفات من أهم أشكال الفوسفات الملوثة للمياه وتتعدد مصادر تواجده في المصادر المائية نتيجة التصاريف المنزلية والصناعية والزراعية وتعتبر مركباته عامل

مغذي جيد لكثير من الكائنات الحية ذات الأثر السلبي على نوعية المياه في المصدر المائي نتيجة أستنفاذ الأوكسجين بسبب عملياتها الحياتية وتحللها بعد موتها وتعتبر احد المغذيات (بالإضافة إلى النترات) التي تسهم في ظاهر الإثراء الغذائي Eutrpohication). ليس للفوسفات أي تأثيرات سمية مباشرة على الكائنات الحية والبيئية لكنها تبقى عامل مساعد على التلوث نتيجة استنفاذها من بعض الأحياء ذات الأثر السلبي على النظام البيئي.

ويوجد الفسفور في النباتات المائية مثل الطحالب والاشنات والرواسب القاعية في البحار وبعض الأحياء البحرية بشكل مركبات عضوية داخل الخلايا الحية لها.



شكل 2 - 2 أهم الخصائص الكيميائية للماء

2 - 1 - 3. الخواص الحيوية للمياه Biological Characteristics

توفرالخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء الظروف الحياتية المناسبة للأحياء المائية، حيث يحوي الماء على أنواع كثيرة ومتباينة من النباتات والحيوانات المائية، بحيث يصل عددها إلى عدة مئات من آلاف أو عدة ملايين في اللتر الواحد من الماء، هذا العدد الكبير تكون له مساحة سطحية ذات فعالية كبيرة جدا وتؤثر بصفة أساسية في تحديد نوعية المياه، تتميز الحياة المائية بالديناميكية وبالتغير والتنوع المستمر، ويمكن تقسيم الكائنات المائية طبقا لخصائص معينة منها :

أ – حسب قدرتها علي إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية.

ب – حسب اسلوب التغذية .

ج – حسب التصنيف البيولوجي .

أ - أولاً: التصنيف حسب قدرتها علي إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية.

يمكن تصنيف الكائنات المائية من حيث قدرتها علي إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية إلى :-

1 - الأحياء المائية المنتجة للمادة العضوية من المواد اللاعضوية.

كالنباتات الخضراء حيث تركب أنسجة خلاياها الحية من العناصر والأملاح المعدنية الذائبة في الماء ومن ثاني أكسيد الكربون وبمساعدة الكلوروفيل وأشعة الشمس.

2 - الأحياء المائية المستهلكة للمادة العضوية.

حيث تتغذى على المواد العضوية التي تنتجها الأحياء المنتجة للمواد العضوية وتشمل الحيوانات المائية والنباتات المائية الغير حاوية على الكلوروفيل.

3 - الأحياء المائية المحللة للمادة العضوية.

وهي الأحياء التي تحلل المادة العضوية إلى مادة غير عضوية (معدنية) تجعلها ملائمة لاستهلاك الأحياء المائية المنتجة للمادة العضوية مجددا وتشمل هذه الأحياء الكثير من الأنواع البكتيرية.

ب - ثانيا التصنيف حسب اسلوب التغذية

تحصل الكائنات المائية عادة علي الكربون اللازم لبناء الخلايا من مصدرين رئيسيين هما ثاني أكسيد الكربون والكربون العضوي.

والكائنات التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون فتسمي كائنات ذاتية التغذية Autotrophs.

والكائنات التي تستخدم الكربون العضوي لبناء أنسجة خلاياها تسمي غير ذاتية التغذية Heterotrophs.

وتحتاج الكائنات المائية علي الطاقة لبناء الخلايا وهي تحصل علي هذه الطاقة من خلال مصدرين هما الضوء أو من التفاعلات الكيمائية .

والكائنات التي تستطيع ان تحصل علي طاقتها من الضوء تسمي ضوئية التمثيل Phototrophs.

والكائنات التي تستطيع ان تحصل علي طاقتها من التفاعلات الكيمائية تسمي كيميائية التمثيل Chemotrophs. ومن ثم فان الكائنات المائية تصنف حسب اسلوب التغذية إلى :

1 - كائنات ذاتية التغذية وهي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون وهي إما أن تكون ضوئية التمثيل الغذائي مثل الطحالب أو بكتريا البناء الضوئي، وإما أن تكون كيميائية التمثيل الغذائي مثل بكتريا التأزت.

2 - كائنات غير ذاتية التغذية وهي تستخدم الكربون العضوي لبناء أنسجة خلاياها وهي إما أن تكون ضوئية التمثيل الغذائي مثل البكتريا الكبريتية Sulpherbacteria، وإما أن تكون كيميائية التمثيل الغذائي مثل(البرتوزوا والفطريات ومعظم أنواع البكتريا). ويبين الجدول التالي تصنيف الكائنات طبقا لمصادر الكربون والطاقة.

جدول 2-2

مصادر لكربون

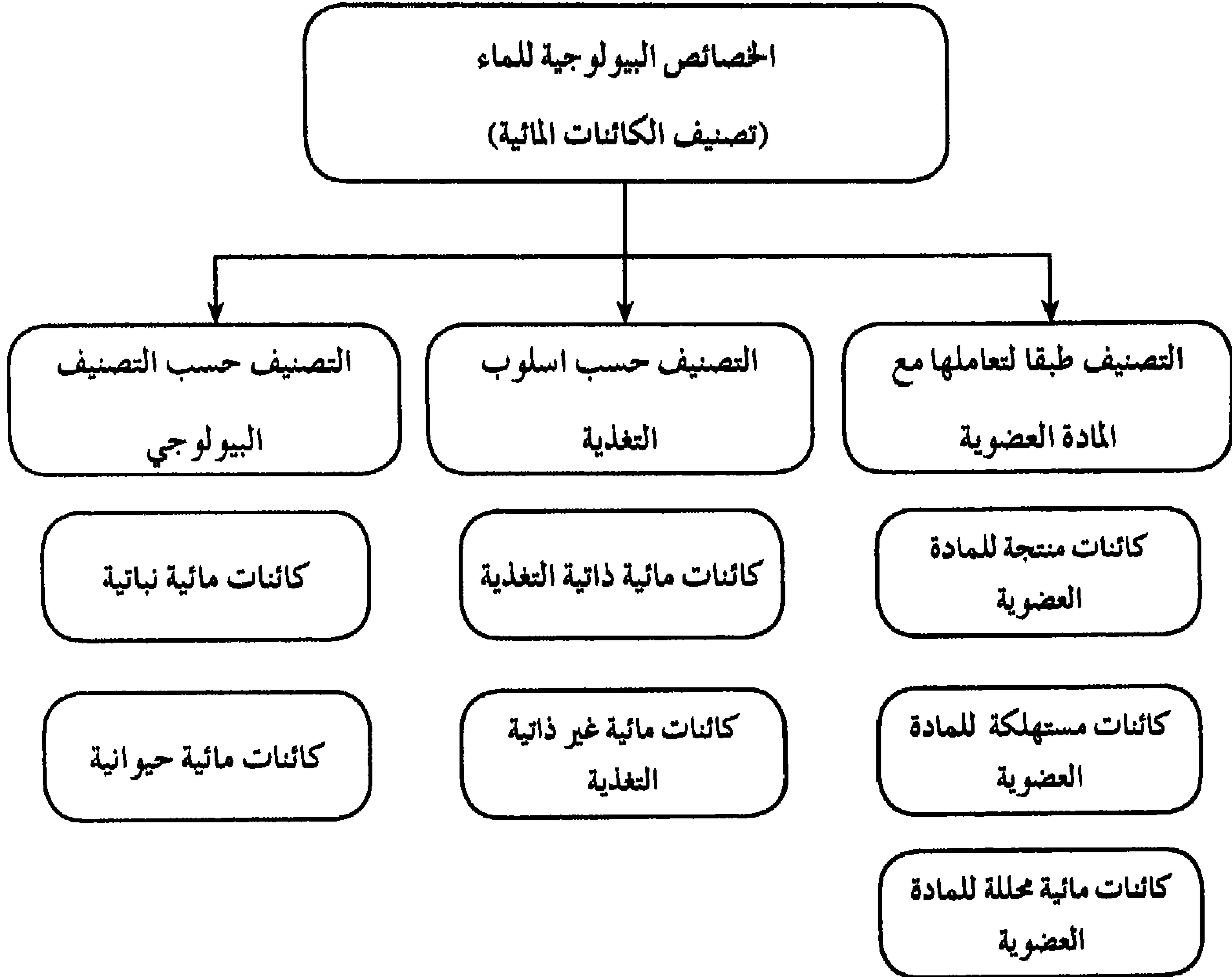
الأنواع Classification	مصادر الطاقة Energy Sources	مصادر الكربون Carbon Sources
ذاتية التغذية Autotrophic		
1. ضوئية التمثيل ذاتية التغذية Photoautotrophic	الضوء	ثاني أكسيد الكربون
2. كيمائية التمثيل ذاتية التغذية Chemoautotrophic	أكسدة المواد غير العضوية وتفاعلات الاختزال	ثاني أكسيد الكربون
غير ذاتية التغذية Heterotrophs		
1. ضوئية التمثيل غير ذاتية التغذية Phototrophic	الضوء	الكربون العضوي
2. كيمائية التمثيل غير ذاتية التغذية Chemotrophic	أكسدة المواد غير العضوية وتفاعلات الاختزال	الكربون العضوي

ثالثا حسب التصنيف البيولوجي

وتقسم الكائنات المائية إلى نوعين حسب التصنيف البيو لو جي وهما:

1 - أحياء مائية نباتية.

2 - أحياء مائية حيوانية.



شكل2 - 3 الخصائص البيولوجية للماء

كاشفات التلوث الحيوية للماء Bio - Indicators

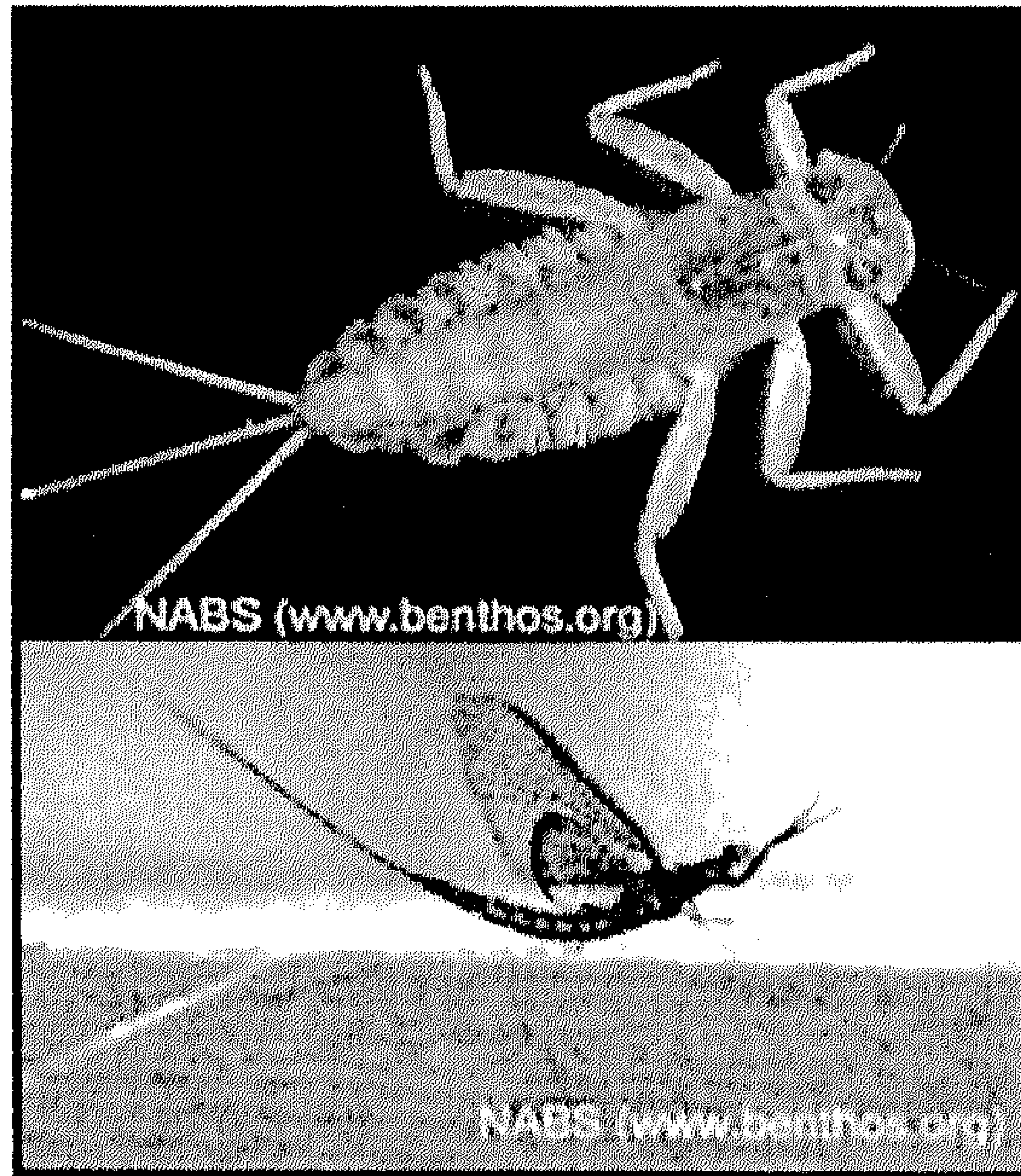
تستخدم كثير من الكائنات الحية كالحشرات المائية والقشريات والكائنات الحية الدقيقة كمؤشرات ودلائل علي تلوث الماء ودرجة التلوث، وعموما يعرف الكاشف الحيوي البيئي بأنه الكائن الذي يدل علي التلوث في النظام البيئي.

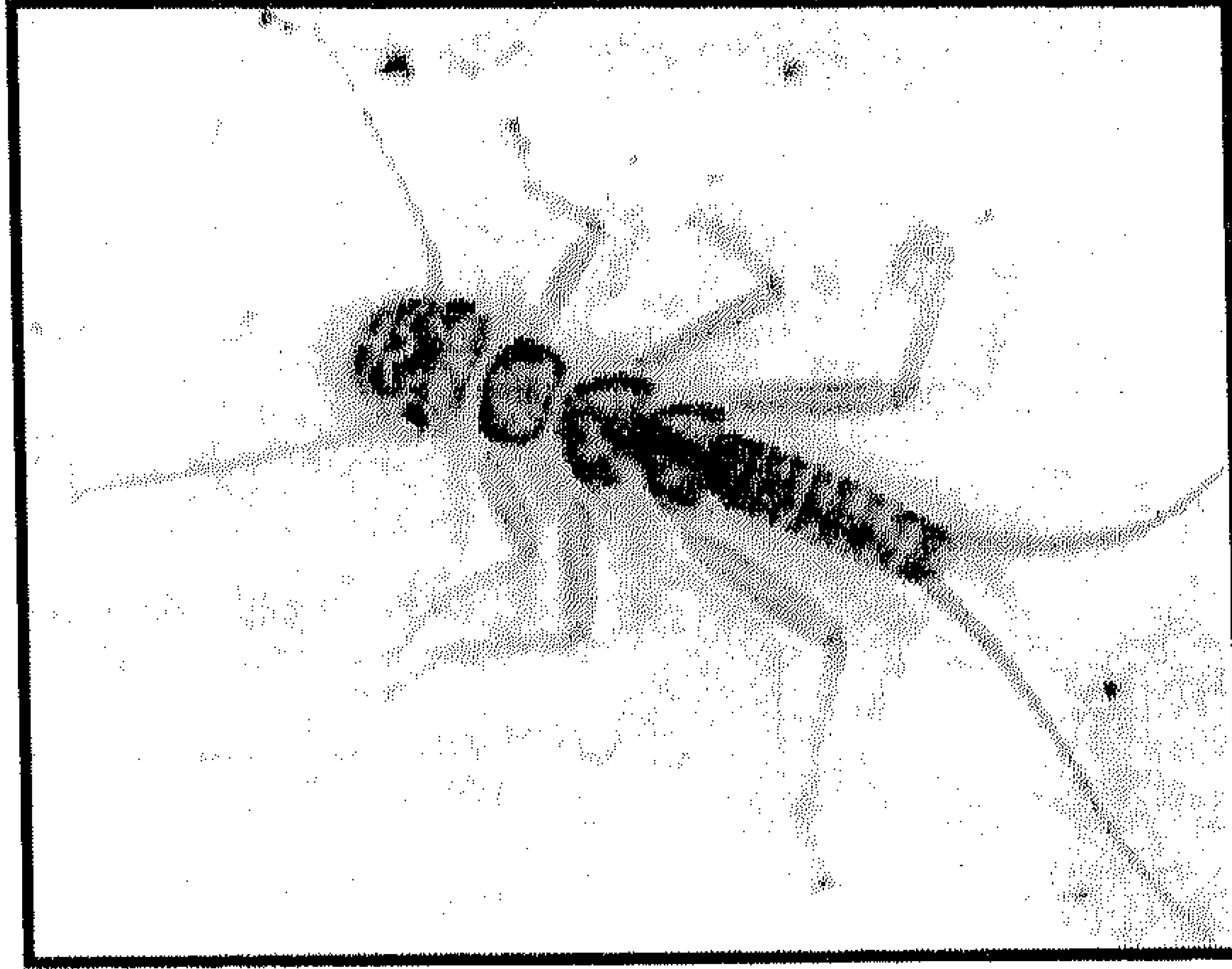
وطبقا لكاشفات التلوث الحيوية للماء فان التلوث الذي يصيب الماء يكون علي خمس فئات :

- فئة 1 الماء النظيف .
- فئة 2 الماء الملوث إلى حد ما (ملوث جزئيا) .
- فئة 3 الماء متوسط التلوث (بدرجة متوسطة) .
- فئة 4 الماء الملوث جدا (بدرجة عالية) .
- فئة 5 الماء شديد التلوث (بدرجة عالية جدا) .

1) **الماء النظيف** Clean water

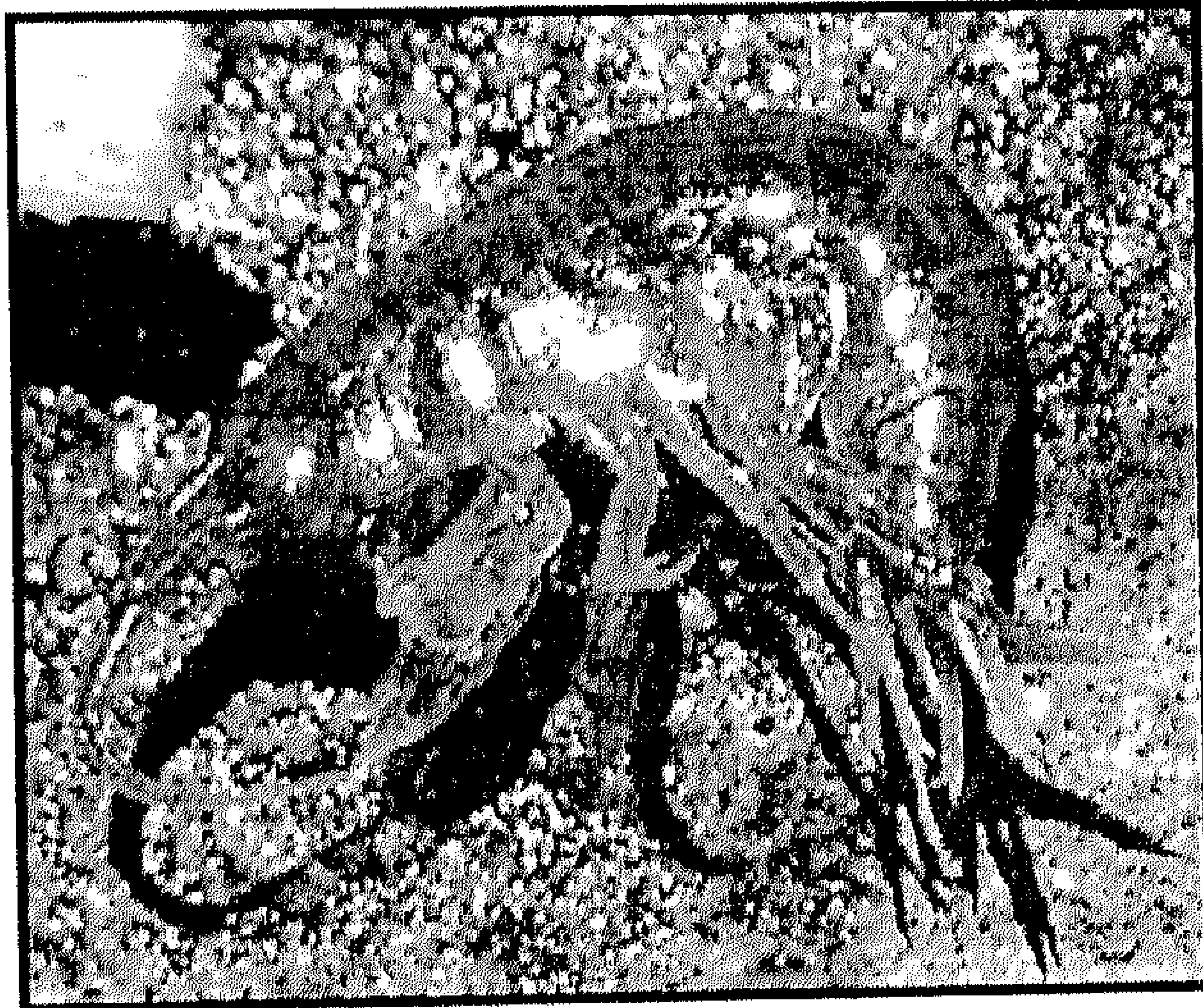
وهو الماء النظيف الذي يكاد يكون خاليا من التلوث، كمياه الانهار الجارية عند المنبع، ويتميز هذا الماء بوجود كائنات مائية لا تتواجد إلا في الماء النظيف مثل Ephemeroptera، و Plecoptera.

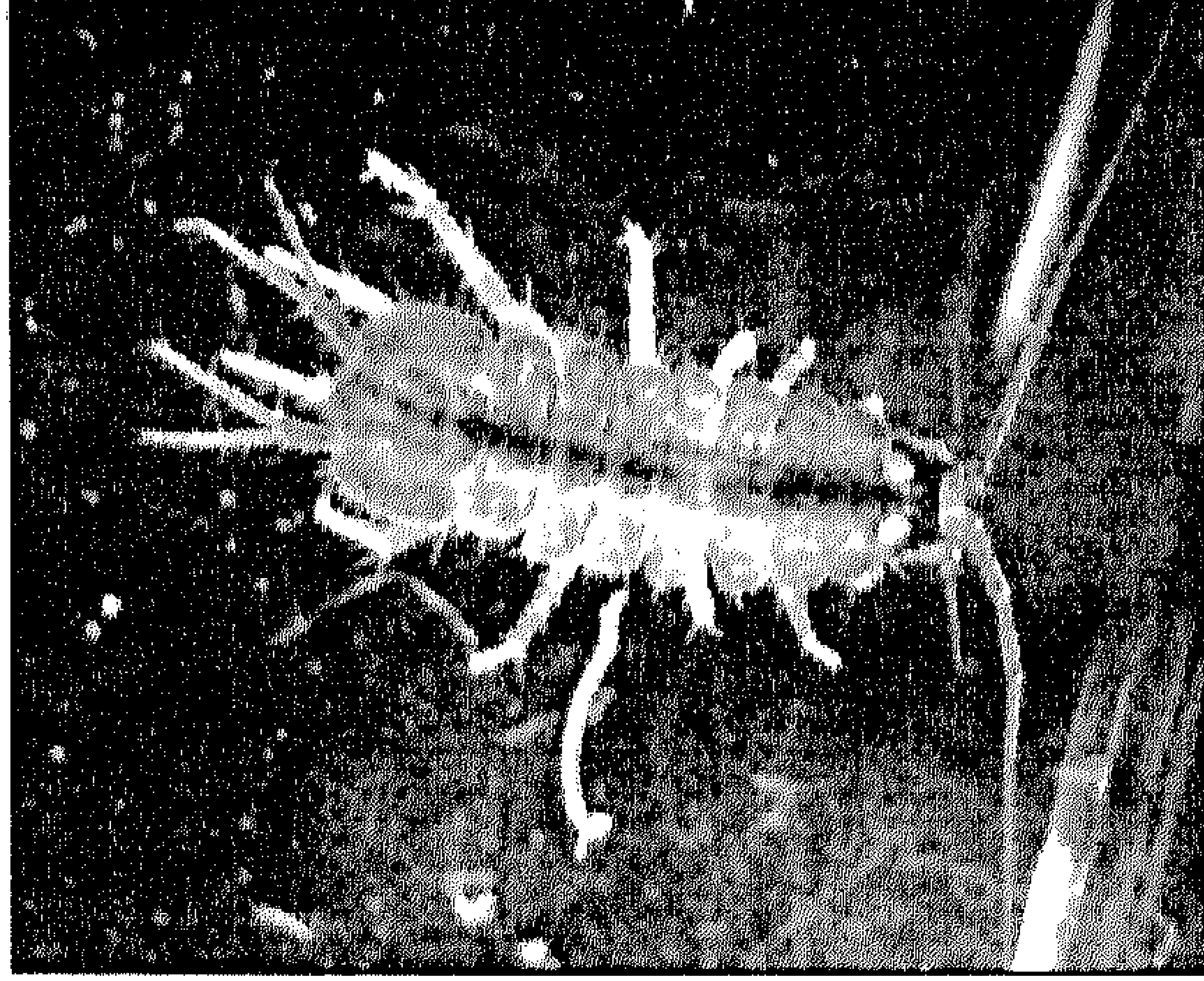




2) الماء الملوث إلى حد ما (ملوث جزئيا) Partly polluted water

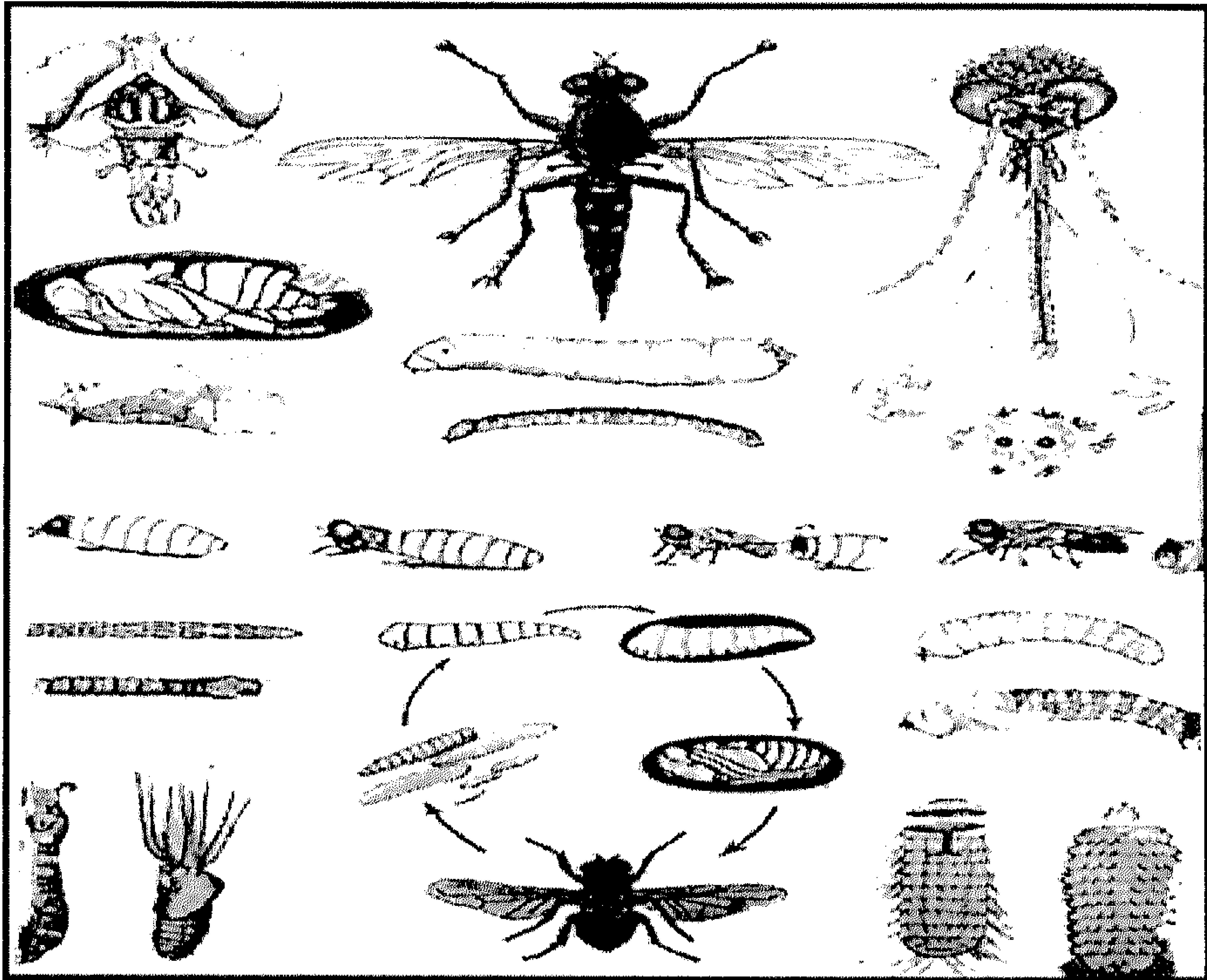
وهو الماء قليل التلوث، اذ اصابه تركيزات صغيرة ومحدودة من الملوثات ويتميز هذا الماء بوجود كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث الجزئي مثل Gammarus، وكائنات مثل Asellus Aquaticus.





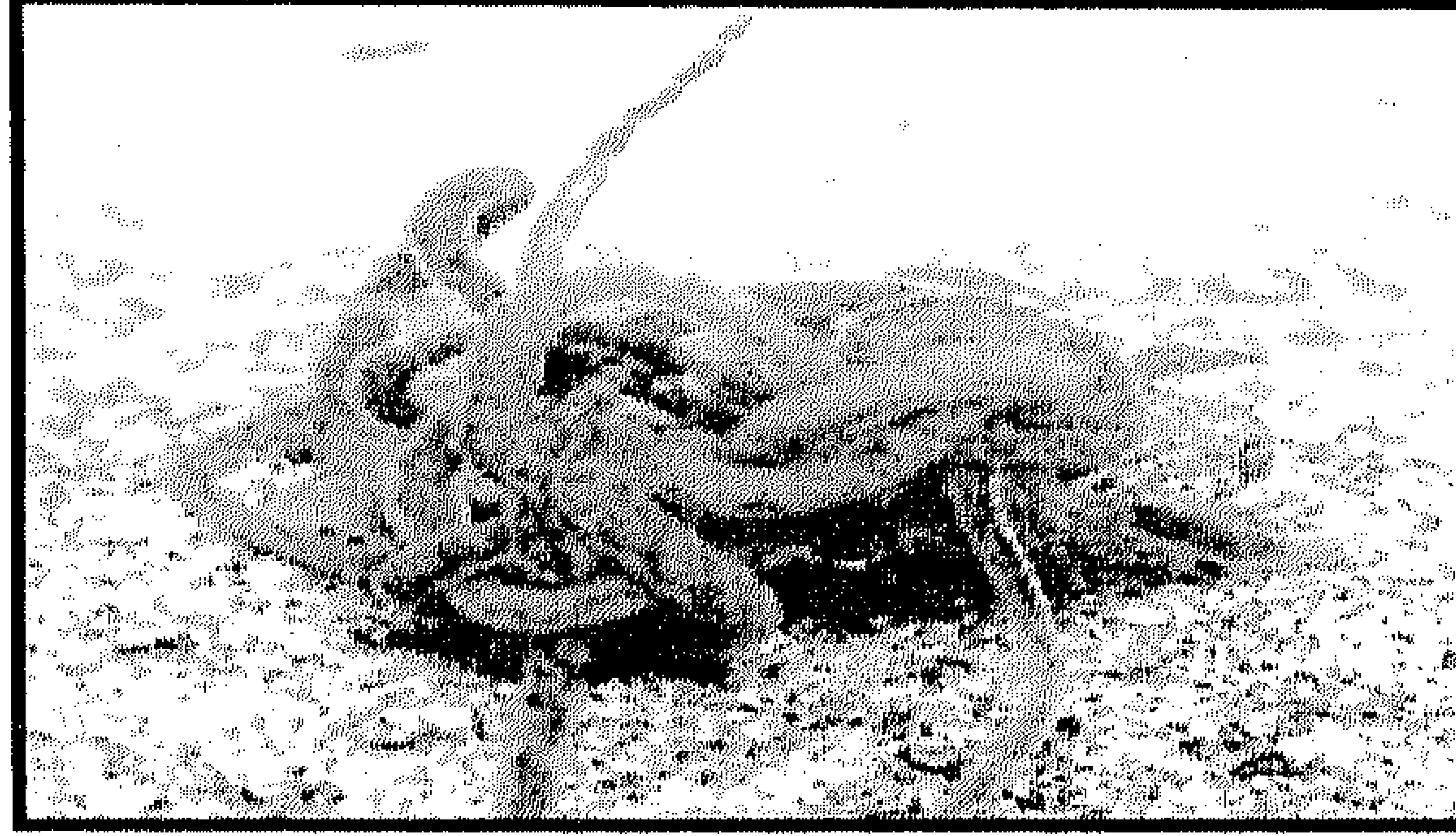
3) **الماء متوسط التلوث (بدرجة متوسطة)** Moderately polluted water

وهو الماء متوسط التلوث ، اذا اصابه تركيزات متوسطة من الملوثات ويتميز هذا الماء بوجود كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث المتوسط مثل Diptera



4) **الماء الملوث جدا (بدرجة عالية)** High polluted water

وهو الماء عالي التلوث، اذ اصابه تركيزات كبيرة من الملوثات ويتميز هذا الماء بانخفاض تركيز الاكسجين الذائب وارتفاع قيمة الاكسجين الحيوي المطلوب BOD، كما توجد به كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث العالي مثل Tubifeks.



5) **الماء شديد التلوث (بدرجة عالية جدا)** Extremely polluted water

وهو الماء شديد التلوث، اذ اصابه تركيزات كبيرة جدا من الملوثات ويتميز هذا الماء بانعدام تركيز الاكسجين الذائب وارتفاع قيمة الاكسجين الحيوي المطلوب BOD إلى مستويات عالية، كما توجد به كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث الشديد مثل أنواع من البكتيريا اللاهوائية وبعض الكائنات الأول ية .

2 - 2. الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب

Microorganisms Drinking Water Pollutants

إن أكبر الأخطار المصاحبة لمياه الشرب هو انتشار التلوث المباشر أو الغير مباشر بمياه الصرف الصحى أو غيرها من الملوثات التى تحمل غائط الإنسان أو الحيوان أو الطيور أو ذوات الدم الحار(Warm Blooded Animals) فاذا كان هذا التلوث حديثا وكان من اسهم فيه حمله الأمراض المعدية السارية فان شرب المياه الملوثة

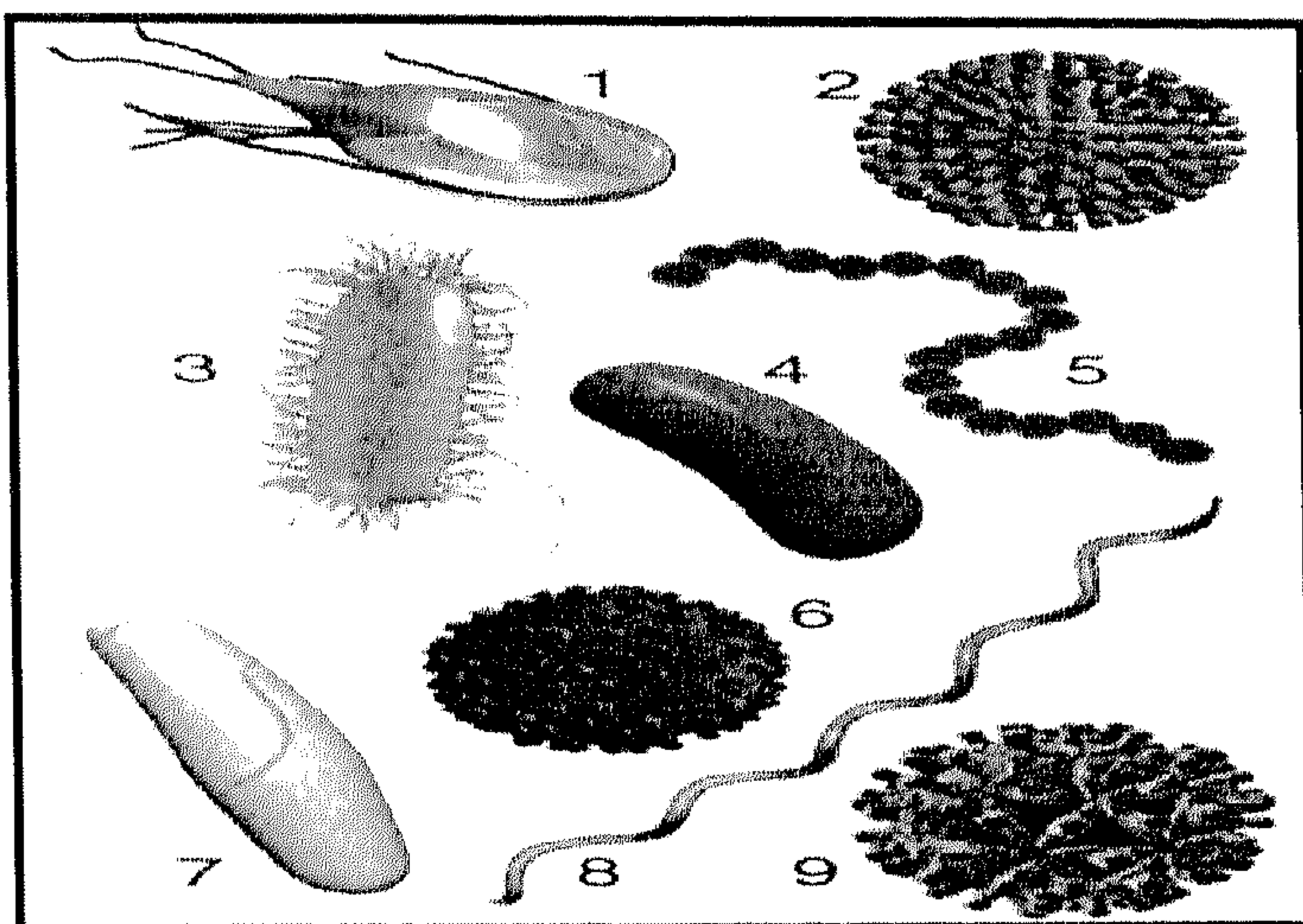
على هذا النحو أو استعماله فى اعداد أطعمة معينة قد ينجم عنه حالات من العدوى والأوبئة.

والتلوث الغائطى لمياه الشرب يعمل على إدخال كثير من الأمراض المعدية الجرثومية والفيروسية والطفيلية والذي يرتبط وجودها بما هو موجود فى ذلك الوقت فى المجتمع المحلى من الأمراض التى تسببها هذه الكائنات ومصادرها كما هو فى الجدول الموضح والذي يشمل أنواع البكتريا والفيروسات المعوية والبروتوزا والطحالب.

جدول 2 – 3

الكائنات الحية الدقيقة والأمراض التى تسببها ومصادرها

أنواع الكائنات الحية الدقيقة	الأمراض التى تسببها	المصادر الرئيسية لهذه الكائنات
البكتريا سالامونيلا الشيجيلا أنواع أخرى	حمى التيفود والباراتيفود الكوليرا والدسنتاريا أمراض معوية وتنفسية ورئوية	غائط الإنسان الحامل للمرض غائط الإنسان الحامل للمرض غائط الإنسان والحيوان
الفيروسات أنواع مختلفة من الفيروسات	تسبب أمراض شلل الأطفال، والالتهاب السحائى، وأمراض الجهاز الهضمى، وأمراض الجهاز التنفسى والتهاب معوى، والتهاب كبدى وبائى	غائط الإنسان
البروتوزا	التهاب المخ والتهاب سحائى والدسنتاريا، الألتهاب المعوى،أمراض معوية	غائط الإنسان والحيوان
الطحالب	أمراض النزلات المعوية	المياه الطبيعية



2 - 3 . المياه غير الملوثة Unpolluted Water

المقصود بالمياه غير الملوثة هي المياه الطبيعية التي تتواجد طبيعيا بصورة نقية مثل مياه الانهار والجداول والبحيرات الطبيعية التي لم يصيبها التلوث ب المواد والشوائب والعوامل الملوثة. وتميز المياه الطبيعية غير الملوثة بنقائها الطبيعي لعدم وصول عوامل التلوث الطبيعية والصناعية إليها. وكل المياه الطبيعية تحتوي علي كميات متفاوتة من المواد الأخرى بتركيزات تتراوح بين كميات ضئيلة جدا علي مستوي النانو جرام لكل لتر كالمواد العضوية النزرة في مياه الأمطار، إلى ان تصل إلى حوالي 35.000 مجم/ لتر لمياه البحر. ومن اهم أنواع المياه الطبيعية غير الملوثة :

- المياه المعدنية الطبيعية.
- مياه الابار الطبيعية.
- مياه الينابيع الطبيعية(المياه القلوية المتأينة) .

المياه المعدنية الطبيعية

ي المياه التي تأتي من الآبار أوالجبال، وهي تحتوي على أملاح معدنية يختلف تركيبتها بحسب تضاريس المنطقة الآتية منها وقد تحتوي على بعض الغازات. وهي تختلف في رائحتها وطعمها ودرجة حرارتها. والمياه المعدنية تسمى أيضًا المياه الغازية، وهي مياه ينابيع تحتوي على نسبة كبيرة من المواد المعدنية أو الغازات. وتشمل المواد المعدنية الملح، وكبريتات الماغنسيوم، والجير، والماغنيسيا، والحديد، والسليكا، والبورون، والفلور، والكثير من المواد الأخرى، بما فيها المواد المشعة. أما أكثر الغازات شيوعًا فيها فهي ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. والمياه المعدنية تخرج من تحت سطح الأرض في شكل عيون مائية حارة Geysers او آبار لاستخراج المياه الجوفية groundwater. والمياه المعدنية لها طعم خاص حلو عذب أو مر أو مالح خفيف. كما أن المياه المعدنية آمنة من البكتيريا ولا تحتاج إلى اية معالجات كيميائية لتعقيمها.

وفي معظم الأحيان تكون هذه المياه مياه أمطار تسربت تحت الأرض خلال الصخور وأذابت المواد المعدنية في طريقها. وقد تحتوي بعض الينابيع على مياه صهارية تتصاعد من أعماق الأرض بعد تكونها خلال عملية كيميائية داخل الصخور. وبعض الينابيع حارة، وبعضها الآخر عادي الحرارة. وقد استخدم الناس المياه المعدنية منذ الأزمنة القديمة لعلاج أمراض مثل الروماتيزم والالتهابات الجلدية وعُسْر الهضم. وتراعى درجة حرارة الماء وموقعه وارتفاع مستواه والمناخ المحيط بالينابيع عند استخدامه في العلاج. كما أنشئت في بعض البلدان منتجعات ينابيع طبيعية حول الينابيع ومنها باث في جلوسترشاير في إنجلترا، وبادن-بادن في الغابة السوداء بألمانيا، وفيشي في فرنسا.

وتصنف بعض البلاد المياه المعدنية كالآتي:

- **مياه معدنية طبيعية:** وهي تأتي من طبقات عميقة تحت سطح الأرض في مناطق عديدة في العالم وتكون محمية من التلوث. تعبأ في زجاجات وتعرض للبيع.
- **مياه الآبار:** تأتي هذه المياه أيضا من طبقات تحت الأرض، ويمكن أن تخلط بثاني أكسيد الكربون فتكون فوّارة.
- **ماء للعلاج:** وهذه مياه ثبت تأثيرها العلاجي في تخفيف الأمراض أو الوقاية منها. وعادة تحتوي على نفس نسبة الأملاح التي تحتويه المياه المعدنية الطبيعية.

تصنيف المياه المعدنية الطبيعية ومياه المعادن كما ياتي:

1) الماء المعدني الطبيعي غير الغازي:

الماء المعدني الطبيعي غير الغازي هو ماء معدني طبيعي لا يحتوي على غاز الكربون الحر بمقادير تفوق الكمية الضرورية لإبقاء الأملاح الهدروجينو – كربونات الموجودة في الماء ذائبة.

2) الماء المعدني الطبيعي الغازي طبيعيا:

الماء المعدني الطبيعي الغازي طبيعيا هو ماء معدني طبيعي يحتوي على كمية الغاز نفسها التي يحتويها عندما ينبع وفي حدود التفاوتات التقنية المسموح بها عادة.

كما قسمت المياه المعدنية طبقا لمحتواها من الأملاح الذائبة إلى :

- **مياه العيون** Spring Water

تمتاز بأن كمية الأملاح الكلية الذائبة لا يزيد عن 250 مجم / لتر وهو نوع طبيعي خفيف يتوافر علي أقل كمية من المعادن والذي يتحكم في مثل تلك الينابيع ومصادره مناطق جبلية عالية أو متوسطة أو منخفضة وعلي مكونات الطبقات الحاملة لتلك المياه،

فإذا كانت مكونات الطبقات الحاملة مكونة من تربة غنية بعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم فان اغلب تلك الينابيع تمتاز بصلابة عالية.

- المياه المعدنية الخفيفة هي التي يتراوح فيها قيمة الأملاح الكلية الذائبة ما بين 250الي 500 مجم / لتر
- المياه المعدنية المتوسطة هي التي يتراوح فيها قيمة ما بين الأملاح الكلية الذائبة ما بين 500 إلى 1000 مجم / لتر وتمتاز بكونها ماءً ثقيلاً من حيث الطعم بسبب خصوصياتها

الفيزيائية ومكوناتها الكيميائية.

- المياه المعدنية الثقيلة هي التي تحتوي قيمة الأملاح الكلية الذائبة علي أكثر من 1000 مجم / لتر و تمتاز بكونها ثقيلة وتستعمل غالبا لأغراض طبية وعلاجية

مياه الآبار الطبيعية

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي يعتمد عليها الكثير من سكان العالم، ومن اشهر الآبار النقية الطبيعية في العالم بئر زمزم المبارك، والذي دلت الدراسات والأبحاث الفحوصات المعملية علي نقائه وتميزه، حيث أنه ماء متميز في صفاته الطبيعية والكيميائية، فهو ماء غازي عسر، غني بالعناصر والمركبات الكيميائية النافعة التي تقدر بحوالي (2000) ملليجرام بكل لتر، بينما لا تزيد نسبة الأملاح في مياه آبار مكة وآبار الأودية المجاورة لها عن (260 ملليجرام بكل لتر) مما يوحي ببعد مصادرها عن المصادر المائية حول مكة المكرمة، وبتميزها عنها في محتواها الكيميائي وصفاتها الطبيعية.

والعناصر الكيميائية في ماء زمزم يمكن تقسيمها إلى أيونات موجبة وهي بحسب وفرتها تشمل : أيونات كل من الصوديوم (حوالي 250 ملليجرام / لتر)، والكالسيوم (حوالي 200 ملليجرام / لتر)، والبوتاسيوم (حوالي 120 ملليجرام / لتر)، والمغنسيوم

(حوالي 50 ملليجرام / لتر)، وأيونات سالبة وتشمل أيونات كل من الكبريتات (حوالي 372 ملليجرام / لتر، والبيكربونات (حوالي 366 ملليجرام/ لتر)، والنترات (حوالي 273 ملليجرام / لتر،)

والفوسفات (حوالي 0.25 ملليجرام/ لتر)، والنشادر (حوالي 6 ملليجرام / لتر.

مياه الينابيع الطبيعية(المياه القلوية المتأينة)

تعتبر مياه الينابيع الطبيعية مياه قلوية بحتة تحتوي علي معادن قلوية كما أنها غنية جداً بالأكسجين ومضادات الأكسدة(الإلكترونات) وهي شبيهة بالماء القلوي المتأين الذي ينتجه جهاز مؤين الماء ومختلفة عن مياه الشرب العادية التي نشربها وذلك لافتقار الأخيرة إلى الخواص القلوية البحتة ومضادات الأكسدة والأكسجين الزائد.. وهذا ما يجعل مياه الينابيع الطبيعية والمياه القلوية المتأينة ذات قدرة فائقة على معادلة وإزالة الفضلات الحمضية السامة والجزيئات الحرة من جسم الإنسان والناتجة من(عملية التمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة الحيوية) واللذان يعتبران من الأسباب الرئيسية للشيخوخة المبكرة وأمراض البالغين خاصة الفتاكة منها.

2 - 4. المياه الملوثة Polluted Water

تتولد المياه الملوثة بالشوائب والعوامل والمواد المسببة للتلوث نتيجة أنشطة الإنسان المختلفة الزراعية والبلدية والصناعية، وأيضا نتيجة لبعض الظروف الطبيعية كالفيضانات والسيول والكوارث البيئية الطبيعية. وتتلوث المياه عموما نتيجة لاستعمال الإنسان للماء في الأغراض المختلفة فينتج عن ذلك مياه مستعملة محملة بالملوثات كمياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي، أو كنتيجة استخدام الماء كمصدر للتخلص من المخلفات والفضلات والنفايات المختلفة، وتحتوي المياه المستعملة (مياه الصرف) علي معظم المواد الذائبة الموجودة في مصادر امدادت الماء بالإضافة إلى الشوائب والملوثات

التي تنتج من الأنشطة المختلفة وعموما تعد المياه الاتالية من اشهر أنواع الماء الملوث :

- المخلفات البلدية السائلة (مياه الصرف الصحي).
- المخلفات الصناعية السائلة (مياه الصرف الصناعي).
- مياه الصرف الزراعي،

مياه الصرف الصحي.

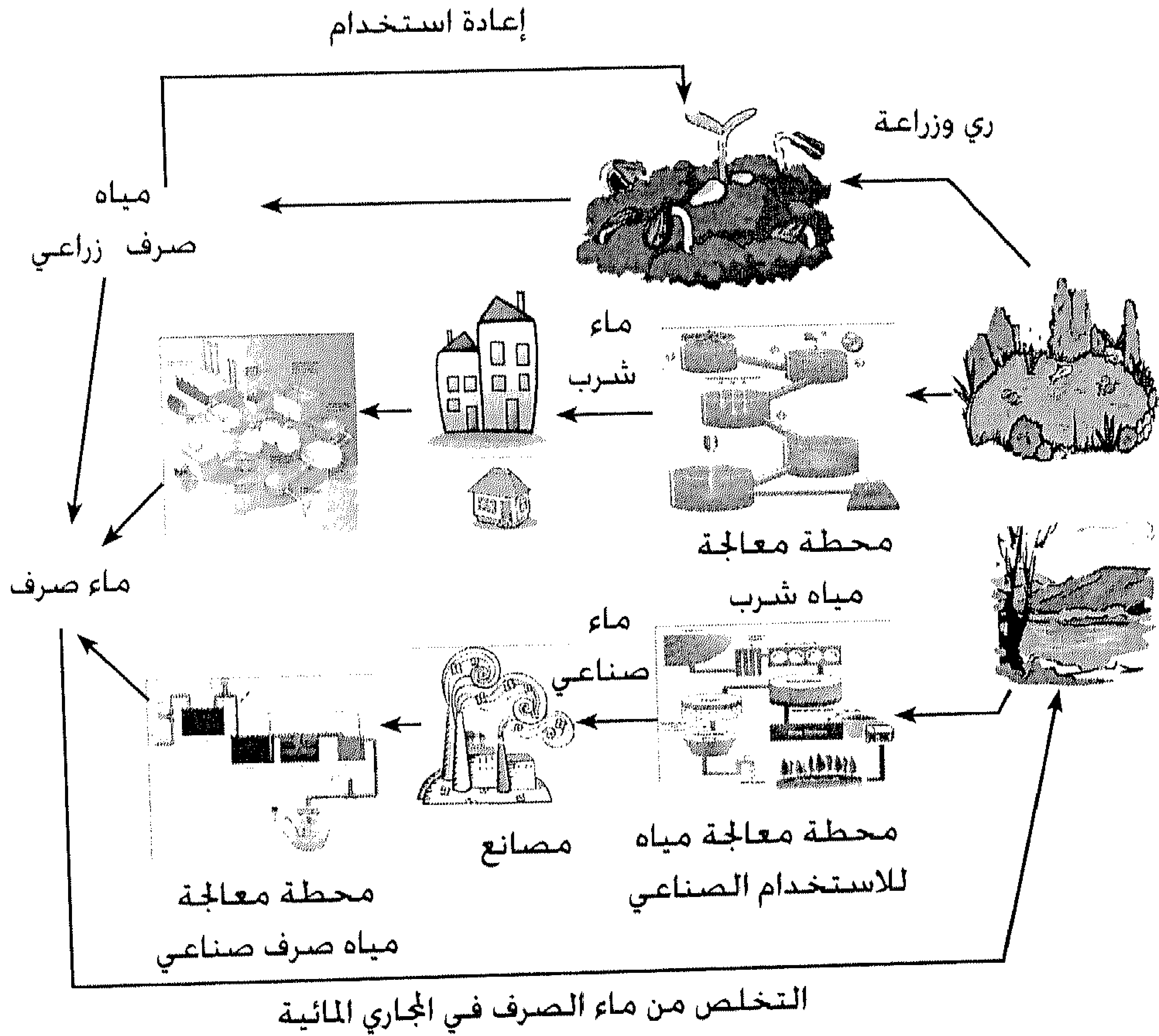
مياه الصرف الصحي هي المياه المستعملة والمتولدة نتيجة الاستخدام المنزلي والبلدي للمياه في الأغراض المنزلية المختلفة من شرب واستحمام وغسيل وتخلص وكسح الفضلات، وتحتوي هذه المياه علي فضلات بشرية عضوية ومواد تنظيف وكثير من المخلفات الصلبة التي تجد طريقها لشبكة الصرف الصحي.

مياه الصرف الصناعي.

مياه الصرف الصناعي هي المياه المستعملة والمتولدة نتيجة الاستخدام الصناعي للمياه في الأغراض الصناعية المختلفة داخل المصانع والمنشأت الصناعية من تبريد وتخفيف وغسيل للماكينات وغسيل للمنتجات وغيرها من الاستخدامات الصناعية وتحتوي هذه المياه علي مكونات كيميائية عديدة طبقا لنوعية الصناعية كما تتميز في كثير من الاحيان باحتوائها علي مواد سامة غضوية وغير عضوية.

مياه الصرف الزراعي.

مياه الصرف الزراعي هي المياه التي تنتج عن عملية التخلص من الماء الزائد عن حاجة النباتات الزراعية أثناء عمليات الزراعة. وتحتوي هذه المياه علي متبقيات من الاسمدة والمخصبات والمبيدات الكيماوية التي استخدمت في الزراعة وبعض مخلفات المواشي وحيوانات المزرعة. ويبين الشكل التالي مخطط لتولد الأنواع المختلفة من المياه الملوثة (مياه الصرف).



شكل 2 - 4 مخطط لتولد الأنواع المختلفة من المياه الملوثة (مياه الصرف)

ويلاحظ من الشكل السابق ان كافة او معظم مياه الصرف المتولدة ترجع مرة أخرى للمصدر المائي مما يستلزم معالجتها معالجة جيدة قبل التخلص منها.



الفصل الثالث

التلوث المائي والملوثات المائية

3. مقدمة

3 - 1. مصادر التلوث بالملوثات المائية.

3 - 1 - 1. التلوث الطبيعي للماء والملوثات المائية.

3 - 1 - 2. المصادر البلدية للملوثات المائية .

3 - 1 - 3. المصادر الصناعية للملوثات المائية.

3 - 1 - 4. المصادر الزراعية للملوثات المائية .

3 - 1 - 5. التلوث بالملوثات المائية نتيجة الحوادث والظروف العرضية .

3 - 2. علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض.

3 - 3. تلوث الماء الجوفي .

3 - 4. المصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب.

الفصل الثالث

التلوث المائي والملوثات المائية

3. مقدمة Introduction

يقال ان الماء ملوث اذا ما احتوي علي مواد غريبة سواء كانت مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، أو كائنات دقيقة مثل البكتريا أو الطحالب أو الطفيليات، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء، بحيث يصبح غير صالح للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو في الصناعة أو في الزراعة.

وتعرف الملوثات المائية بانها المواد الضارة أو الغريبة أو الغير مرغوب فيها والتي تغير من صفات وخصائص الماء الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، وتغير من الاتزان الطبيعي والكيميائي والبيولوجي للبيئات والأنظمة المائية.

ومع زيادة عدد السكان في العالم وزيادة الأنشطة الطبيعية والصناعية للانسان وتنوعها ازداد تلوث الأنهار والبحار والمحيطات حتي وصل هذا التلوث إلى درجة ان الكثير من الأنهار والبحيرات وشواطيء البحار لم تعد قادرة علي التنقية الذاتية. ويقال ان الماء ملوث اذا ما تغير تركيب عناصره أو تغيرت حالته بطريقة مباشرة بفعل الإنسان، بحيث يصبح الماء اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة له أو بعضها.

وقد اتفق العلماء علي ان الملوثات المائية تنقسم إلى ثلاثة اقسام رئيسية حسب طبيعة وخصائص المادة الملوثة للماء وهي كالآتي :

- الملوثات الكيميائية
- الملوثات الفيزيائية
- الملوثات البيولوجية

أ - الملوثات الكيميائية Chemical Pollutants

يعتبر هذا النوع من الملوثات هو الأكبر حجمًا من بين أنواع الملوثات البيئية الأخرى نظرًا لتعدد صوره وكثرة مصادره وتأثيراته الشديدة علي البيئة المائية والكائنات المائية وتاثيراته الصحية الواضحة علي الإنسان والحيوان والنبات، وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية أو الزراعية بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها كالكثير من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات ومختلف المركبات والمواد العضوية والغير عضوية من نواتج هذه الأنشطة التي يؤدي تسربها في الماء إلى تلوثه وتغير صفاته. ومن اهم الملوثات الكيميائية للماء الملوثات الآتية :

1. المبيدات الكيميائية.
2. المركبات والمواد النفطية.
3. المنظفات الكيميائية
4. الأسمدة الكيميائية والمخصبات الزراعية.
5. المطر الحمضي.
6. مياه الصرف الصناعي.
7. مياه الصرف الصحي.
8. المعادن الثقيلة.
9. المركبات العضوية الثابتة.
10. المركبات العضوية المخلقة.

ب - الملوثات الفيزيائية Physical Pollutants

وينتج عن هذا النوع من الملوثات تغيير الخواص الفيزيائية وتغيرالمواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو اللون أو الشفافية أو

ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أوغير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء غالباً عن ازدياد كمية البخر لماء البحيرة أو الأنهار في الأماكن الجافة دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة يكون في غالب الأحوال نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية القريبة من المسطحات المائية في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة ونقص الأكسجين الذائب، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن وتغير الاتزان الفيزيائي والحيوي في تلك البيئات المائية. ومن أهم صور و أنواع الملوثات الفيزيائية:

1. الملوثات الحرارية (المياه المنصرفة الساخنة).
2. النفايات والمخلفات الصلبة.
3. المواد والمركبات المشعة.
4. مخلفات المجازر والسلخانات والمذابح.

ج - الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وينتج عن هذا النوع من الملوثات تغيير الخواص الحيوية(البيولوجية) وتغيرالمواصفات القياسية للماء، ويعتبر هذا النوع من الملوثات هو الأكثر خطورة من بين أنواع الملوثات البيئية لارتباطه بالأمراض التي تسببها العوامل البيولوجية. وتنتج هذه الملوثات في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة أو المالحة، او عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي أو صرف صناعي لبعض الصناعات التي تنتج ملوثات حيوية كالصناعات الغذائية. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث إلى الإصابة بالعديد من الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية. لذا يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب أو الاستخدامات المنزلية المختلفة إلاّ

بعد تعريضها للمعاملة بالمطهرات المختلفة كالمطهرات الكيميائية مثل الكلور والاوزون أو عوامل التطهير الفيزيائية كالحرارة والغليان والاشعة فوق البنفسجية أو الترشيح بالمرشحات الميكانيكية لقتل العوامل المرضة من الكائنات الحية الدقيقة. والشكل التالي يبين أهم أنواع الملوثات المائية.



شكل 3 - 1 مخطط يبين اهم أنواع الملوثات المائية

كما قد يوجد داخل الماء مراحل (اطوار) دقيقة (بويضات – يرقات – اطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات النباتية أو الحيوانية مثل بعض الطفيليات كالبلهاريسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره.

اما التلوث بالنباتات والحيوانات المائية فينتج غالبا نتيجة تغير الأنظمة والتراكيب البيئية الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية فتنمو أنواع وتتكاثر بدرجة اكبر من اللازم وتطغي علي أنواع أخرى، أو تختفي أنواع كانت موجودة وسائدة في البيئة المائية، وقد يحدث التلوث بالأحياء المائية عندما تنتقل أنواع إلى مواطن غير مواطنها الاصلية مثل انتقال بعض الأنواع الغريبة الغازية خلال ماء توازن ناقلات البترول من أماكن إلى أماكن أخرى.

وقد تتفاعل الكائنات الحية الموجودة في الماء مع البيئة المائية بدرجة ما تؤدي إلى حدوث خلل معين(عدم اتزان) بهذه البيئات وهو ما يعرف بالتلوث الحيوي داخل البيئة المائية.

والكائنات الحية المسببة للتلوث الحيوي منها ما يري بالعين المجردة كبعض الطحالب والنباتات المائية مثلا، ومنها لا يري الا باستخدام المجهر كالبكتريا واغلب الفطريات، والأول يات الحيوانية (البرتوزوا)، ومنها لا يري الا باستخدام الميكرسكوبات الالكترونية لدقة حجمها مثل الفيروسات.

ومن هذه الكائنات ما ينتشر بصورة اكبر من غيره في بيئات معينة ويرجع ذلك إلى طبيعة وحجم تلك الكائنات وانتشار أو ندرة اعداؤها الطبيعين بالإضافة إلى التنافس بين الكائنات في البيئة الواحدة. فكلما كان الكائن دقيقا كلما كان انتشاره في العديد من البيئات امر سهلا ويتضح ذلك جليا في حالة البكتريا والفيروسات والفطريات التي تنتشر في الماء والهواء والتربة. فمثلا الجرام الواحد من التربة الزراعية قد يحتوي علي أكثر من 200 مليون خلية بكتيرية بجانب 300 الف فطر ومياه الصرف الصحي الخام يحتوي السنتيمتر المعكب منها علي أكثر من مليون خلية بكتيرية والالاف من

الفيروسات والطفيليات بصرف النظر عن كون هذه الكائنات ضارة أو نافعة. وياتي علي العكس الأول يات الحيوانية والمراحل المختلفة من دورة حياه العديد من الطفيليات..ففي هذه الحالة تكون احجام هذه الكائنات كبيرة نسبيا ولها طبيعة حياه مختلفة ولذلك فمن الصعب أن توجد هذه الكائنات في الهواء، ولكن وسطها البيئي المفضل هو المياه والتربة الرطبة

3 - 1 . مصادر التلوث بالملوثات المائية

Sources of Water Pollutants

تتعد مصادر التلوث بالملوثات المائية التي يمكن أن تصل للماء، فهناك التلوث الطبيعي للماء بالفيضانات والسيول والذي قد يسبب انتقال وانتشار الملوثات الكيميائية والحيوية والتسبب بالأمراض والأوبئة، وهناك المصادر البلدية كالمخلفات البشرية للإنسان والتي من أهمها مياه الصرف الصحي ومياه صرف المستشفيات والمراكز العلاجية ومخلفات الماشية وتربية الحيوانات، والمصادر الصناعية كمياه صرف المصانع الغذائية والكيميائية ومخلفات المجازر والسلخانات ودباغة الجلود، المصادر الأخري كالمصادر التي يتسبب فيها السلوكيات الخاطئة للسكان في تعاملهم مع الماء والبيئة المحيطة بهم، الا ان ما يميز هذه المصادر ان كلها ناتجة عن أنشطة الإنسان المختلفة سواء أنشطة بلدية أو صناعية أو ناتجة عن السلوك الإنساني الخاطيء. وسوف نستعرض من خلال السطور القادمة أهم مصادر التلوث بالملوثات المائية للماء.

3 - 1 - 1. التلوث الطبيعي للماء والملوثات المائية

التلوث الطبيعي للمياه موجود في كل مكان وكل زمان، فمخلفات الحيوانات والنباتات تجد طريقها دائماً إلى الماء. فكلما تدفقت المياه الجارية على السطح التقطت فضلات عضوية ورواسب ومواد معدنية وكائنات ممرضة. وقد زاد الإنسان من

التلوث الطبيعي للمياه عن طريق نشاطاته التي تحد من الغطاء النباتي، مثل قطع الأشجار والغابات، ما يوجد خلل في النظام الأيكولوجي، ويزيد من نسبة الجريان السطحي ووصول الملوثات الطبيعية العضوية والمعدنية والحيوية إلى الأنهار والبحيرات.

والعواصف يمكن ان تولد كميات هائلة من الصرف الذي ينقل الملوثات المختلفة إلى مصادر المياه. كما أن الحرائق تدمر الغطاء النباتي وتسبب التلوث بالرواسب. من جهتها فان الزلازل يمكن أن تعمل على إلحاق الضرر بشبكات الماء والمجاري وقد تعمل على تغيير اتجاه مجرى الجريان في الأنهار.

والفيضانات علي سبيل المثال كأحد صور التلوث الطبيعي للماء يمكن أن تسهم في زيادة التلوث بالملوثات المائية الكيميائية والبيولوجية من خلال:

- الفيضانات تتسبب في غمر الأراضي والمنازل وموارد المياه القائمة وآبار المياه الجوفية والطلمبات الحبشية مما يزيد من انتشار الأمراض والأوبئة بالعوامل الحيوية.
- الفيضانات تتسبب في جرف وإتلاف خطوط وشبكات ومحطات المياه والصرف الصحي التي تكون في طريق الفيضانات الناتجة عن السيول الشديدة وبذلك فهي تنقل المياه الملوثة بالصرف الصحي والتي تحتوي علي مختلف الملوثات الحيوية من مكان لآخر مسببة زيادة في التلوث الحيوي للماء.
- الفيضانات يمكن ان تتسبب في انتشار البرك والمستنقعات علي جانبي النهر بعد الفيضان مما يجعل مناطق الفيضان بيئة مناسبة لتوالد الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض، وتزداد الأمراض المصاحبة لتلك الكائنات الضارة.

وعموما يمكن إجمال إمكانية أن يسبب التلوث الطبيعي للماء في انتقال الملوثات الحيوية من مكان لمكان آخر في النقاط الهامة الآتية:

- عمليات الجريان السطحي لمياه الأمطار والسيول.

- حركة الفيضانات علي المسطحات الأرضية ونقلها للملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية.
- تولد كميات كبيرة من الصرف نتيجة للعواصف المطرة.
- جريان الماء علي سطح الأرض في الطرقات والشوارع وأسطح المنازل وخلال المزارع ومرابي الحيوانات.
- إلحاق الزلازل بالأضرار لشبكات المياه والصرف الصحي مما يؤدي إلى اختلاط مياه الشرب بمياه الصرف الصحي وتلوثها بالمرضات.
- ذوبان الثلوج وتغلل جزء من مياهها إلى الخزان الجوفي.
- مياه الفيضانات في البلاد الدافئة يمكن أن توفّر ظروفاً مثالية لتوالُد البعوض وذلك بتكوينها العديد من البرك والمستنقعات الصغيرة، وتزيد من خطر الإصابة بأمراض مثل حمى الضنك، والملاريا، وحمى الوادي المتصدِّع.
- الفيضانات والسيول قد تسبب نزوح إعداد هائلة من القوارض التي قد تسبِّب تفشِّي داء البريميات leptospirosis وعدوى فَيْروس هانتا Hantavirus بين البشر.

3 - 1 - 2. المصادر البلدية للملوثات المائية

المقصود بالمصادر البلدية للتلوث أي المصادر التي تنتج عن أنشطة الإنسان البلدية التي تتم داخل القري والمدن للتميز بينها وبين المصادر الصناعية التي تنتج من المنشآت الصناعية. ومن اهم المصادر البلدية للملوثات الكيميائية والحيوية التي يمكن ان تصل للماء الآتي:

- مياه الفضلات البشرية من خزانات التحليل .
- مياه الصرف الصحي .
- مخلفات صرف المستشفيات.

- مخلفات الماشية والطيور وتربية حيوانات المزارع .
- المخلفات الصلبة المنزلية .
- إلقاء جثث الحيوانات النافقة في الترع والأنهار .
- الملوثات الحيوية من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان.

أ - مياه الفضلات البشرية من خزانات التحليل

إن طرق التخلص من الفضلات السائلة البشرية في المناطق الريفية والمناطق المنعزلة أو في المناطق التي لا يوجد بها صرف صحي للفضلات قد يؤدي إلى وصول هذه المخلفات للمياه الجوفية. فمثلا يتسرب السائل الناتج عن وحدات التحليل اللاهوائي Septic Tanks إلى المياه الجوفية طبقا لأسلوب التخلص النهائي المتبع.

ومن الدلائل علي تلوث المياه الجوفية اكتشاف العلماء لوجود بعض الفيروسات المرضة داخل مصادر المياه الجوفية في المناطق القريبة من أحواض التحليل وقد اكتشف ذلك بالفعل في احد آبار المياه الجوفية بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد تتسبب برك الأكسدة التي أنشئت قديما في تسرب مياه الفضلات البشرية إلى الخزان الجوفي(حيث أن هذه البرك ليست معزولة).

ب - مياه الصرف الصحي

مياه الصرف البلدية والتي تعرف بمياه الصرف الصحي تتكون من مخلفات صرف الإنسان بالإضافة إلى المياه الرمادية والتي تشمل مياه الاستحمام ونظافة الاواني ومياه المطابخ والمغاسل.

وتحتوي مياه الصرف الصحي كذلك على نسبة عالية من الأملاح فبول الإنسان مثلاً يحتوي على نسبة عالية من اليوريا والأملاح الضارة بالجسم، التي يتخلص منها

بطرحها إلى الخارج. كذلك يحتوي البول في بعض الأحيان، على بويضات لبعض الطفيليات مثل البلهارسيا، وبعض أنواع الميكروبات. أما الغائط ففضلاً عن احتوائه على مخلفات الطعام والمواد الصلبة، التي لا يستطيع الجسم هضمها، فإنه يحتوي على البكتيريا والفيروسات المعوية ومنها: فيروس شلل الأطفال، بالإضافة إلى بيض وأطوار كثير من الطفيليات.

فبالإضافة إلى المواد العضوية والمواد العالقة تحتوي مياه المجاري علي كثير من الكائنات الميكرسكوبية الدقيقة، والتي يوجد منها بالآلاف وربما بالملايين في كل مليميتر من مياه المخلفات، وتتواجد كثير من الكائنات الحية الدقيقة في مياه المجاري بصورة طبيعية، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها. والجدول التالي يبين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن ان تتواجد في مياه الصرف الصحي وأيضا إعدادها في المليليتر.

تحتوي مياه الصرف الغير معالجة علي كثير من الكائنات المرضة مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات الضارة والتي يكون مصدرها غالبا الفضلات البشرية الصلبة (البراز) للمرضي، وأيضا يعد صرف مخلفات المستشفيات والمراكز العلاجية لمياه صرفها دون تعقيم أو تطهير من أهم مصادر وصول الكائنات المرضة لمياه الصرف الصحي. وقد تجد هذه الكائنات عند وصولها للمسطحات المائية بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها مما قد يزيد من خطورة انتشار الأمراض عن طريق الماء الملوث بهذه المرضات وبالتالي يزيد من تكاليف تطهير المياه في حال التفكير باستخدامها كمصادر من مصادر مياه الشرب.

وصول الملوثات الحيوية للانسان عن طريق مياه الصرف الصحي والحمأة

الملوثات الحيوية كالمرضات المنبعثة من مياه الصرف المعالجة أو غير المعالجة أو من الحمأة إلى أن تصل في النهاية إلى الإنسان أو الحيوان تتخذ مسارات محددة كالآتي:

i. سقوط المرضات (كالرذاذ الحيوي المنطلق من مياه الصرف الصحي) بصورة مباشرة علي الأرض علي النباتات التي تتراكم علي سطح النبات أو يمتص النبات هذه الملوثات وتنفذ إلى أنسجته المختلفة ويأكلها الإنسان أو الحيوان مسببة له الأضرار الصحية والأمراض.

ii. وصول المرضات إلى المسطحات المائية المختلفة كالأنهار والبحار من خلال وصول مياه الصرف الزراعي المحملة بتلك المرضات من خلال ري الأراضي بمياه الصرف الملوثة وتنتقل المرضات من الأراضي الزراعية إلى مياه الصرف الزراعي ومنها إلى المسطحات المائية، وتصل إلى الكائنات المائية المختلفة في توالي السلسلة الغذائية حتي تصل إلى الأسماك والكائنات المائية التي يتغذي عليها الإنسان وبالتالي تصل إلى الإنسان في النهاية. وقد يشرب الإنسان مباشرة الماء الملوث بالملوثات وبهذا تصل إليه بصورة مباشرة.

iii. وقد يشرب الحيوان مباشرة الماء الملوث بالمرضات من مصادر الماء الملوثة ثم يتغذي الإنسان علي هذا الحيوان وبهذا تصل إليه الملوثات عن طريق الحيوان.

iv. قد تظل الملوثات الحيوية معلقة في الهواء وقد يتنفس الإنسان الهواء الملوث وبهذا تصل إليه الملوثات بصورة مباشرة.

ج - مخلفات صرف المستشفيات كاحد اخطر مصادر تلوث مياه الصرف الصحي والبيئة بالكائنات المرضة[*]

في دراسة قيمة للدكتور/ الطاهر إبراهيم الثابت يقول :

مياه الصرف الصحي في المؤسسات والمرافق الصحية شبيه في قوامها لمياه الصرف الصحي العام بالمدينة وتختلف عنها في احتواها على أنواع مختلفة جدا ومتنوعة من

---

[*] مقالة للدكتور/ الطاهر ابراهيم الثابت – النادي الليبي للمخلفات الطبية.

المخلفات السائلة مع أن كمياتها قليلة إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة من العناية بالمرضى.

تحتوي مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالإضافة للمخلفات البشرية اليومية للمرضى والعاملين على الآتي:

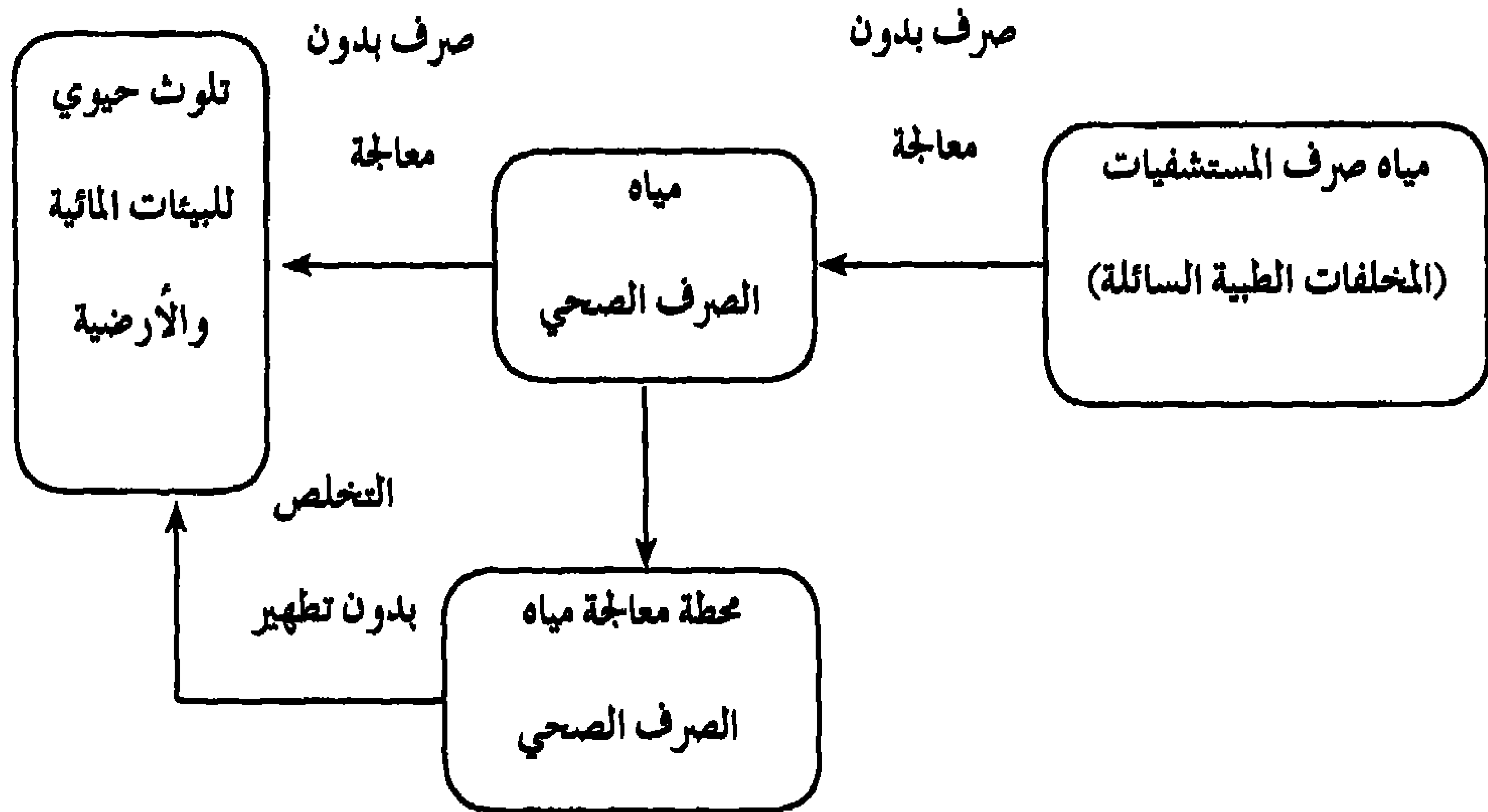
الميكروبات الممرضة : تحتوي مياه مجاري المستشفيات على كميات كبيرة من ميكروبات الأمراض المعوية من بكتيريا وفيروسات وديدان والتي تنتقل بسهولة خلال الماء. تتلوث مياه الصرف الصحي من أقسام الأمراض السارية والمعدية من مرضى الالتهابات المعوية خلال الاوبئة.
المخلفات الصيدلانية : كميات قليلة من الأدوية يتم تصريفها للمجاري العامة من الصيدلية ومن الأقسام الطبية المختلفة، هذه الأدوية قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامة لعلاج الاورام (cytotoxic drug) وبعض الأنواع الأخرى.
سوائل كيميائية خطرة : كميات هذا النوع من المخلفات متنوعة ومختلفة ناتجة من عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح و الأرضية، كميات كبيرة من المذيبات من أحماض وقلويات عضوية وغير عضوية يتم تصريفها للمجاري العامة من معامل التحاليل ومعامل الباثولوجية بدون معالجة.
مخلفات بقايا المعادن الثقيلة : كميات من المعادن الثقيلة ذات السمية العالية يتم تصريفها مثل الزئبق والفضة والرصاص من مراكز خدمات الأسنان ومن أقسام التصوير بالأشعة وكذلك من الأقسام الفنية المساعدة بالمستشفيات كقسم الحركة والميكانيكية.
مخلفات سائلة مشعة : كميات صغيرة من مخلفات سائلة مشعة تذهب لمياه الصرف الصحي من أقسام علاج الأورام.

مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي:

المصادر الآتية هي أهم مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي:

- المستشفيات العامة والتعليمية والمراكز الطبية التخصصية.
- مختبرات الأبحاث ومعامل الدراسية في الكليات الطبية والتقنية
- معامل التحاليل الطبية العامة والخاصة.
- العيادات الخارجية ومصحات الإيواء الخاضة.
- مراكز خدمات الكلى الاصطناعية.
- مراكز وعيادات الأسنان.
- مصارف الدم ومراكز التبرع بالدم.
- المختبرات البيطرية ومراكز أبحاث الحيوانات.
- مراكز العناية بالعجزة والمسنين.

ويبين الشكل التالي مخطط مبسط لوصول الملوثات الحيوية من المخلفات الطبية السائلة إلى النظم البيئية.



شكل 3 - 2 مخطط لوصول الملوثات الحيوية من المخلفات الطبية السائلة إلي النظم البيئية

الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة

هناك اختلاف كبير بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للأنواع الأخرى(مياه الصرف الصحي للمنازل والمصانع والمزارع) حيث تمتاز مياه الصرف بالمستشفيات بتنوعها واحتواها على الآتي:

1. وجود بكتيريا لها المقدرة على مقاومة عدد كبير من المضادات الحيوية في مياه الصرف الصحي للمستشفيات.
2. بصفة عامة تركيز عدد البكتيريا والفيروسات المعوية في مياه الصرف الصحي للمستشفى أكثر من مياه الصرف الصحي للمدينة.
3. وجود ملوثات المياه الفيروسية مثل الفيروسات المعوية بكميات كبيرة بمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة مع وجود الفيروسات الأخرى مثل adenovirus وفيروسات الدم مثل فيروس تليف الكبد وفيروس الإيدز الموجود بكميات كبيرة في سوائل جسم المرضى المصابين من الأقسام الطبية والمعامل والتي تذهب مباشرة لشبكة الصرف الصحي بمستشفى، بعض الدراسات أثبتت وجدت أجزاء من فيروس HIV في مياه المجاري للمستشفى بكميات أكبر من مياه الصرف الأخرى (Lue – Hing et al.، 1999).
4. وجود كميات أكبر من المعادن الثقيلة من الزئبق والفضة وكميات من المركبات الكيميائية المسببة للهلوسة والهرمونات البيئية.
5. وجود كميات كبيرة من المضادات الحيوية بالمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة.

الحاجة والضرورة ملحة للاستفادة من هذه الكميات الضخمة من مياه الصرف الصحي للمستشفيات ولكن من الأول يات عدم تعريض البيئة والأفراد لمخاطر هذه المياه بعد معالجتها وخاصة مخاطر الملوثات الحيوية مثل مسببات المرض التي قد لا

تستطيع محطات المعالجة التخلص منها. فيجب قبل المعالجة الحد والتقليل والتخلص من الملوثات الحيوية قبل تصريفها للشبكة المياه الصرف الصحي العامة.

هناك عدة إجراءات ونصائح وتوصيات من الضرورة الأخذ بها في حالة أردنا معالجة تلك المياه للاستفادة منها، وذلك من أجل سلامة وعدم تدمير بيئتنا والمحافظة على صحة الأفراد بها منها :

- يجب تعقيم كل سوائل جسم المرضى الناتجة من العناية بهم قبل صرفها إلى مجاري المستشفي مثل الدم والافرازات المختلفة بواسطة الحرارة الجافة او البخار او تعقيمها بواسطة الكيماويات أقل خطورة.
- يجب انشاء وحدة معالجة وتطهير للمياه الناتجة عن أنشطة المستشفيات قبل صرفها علي الشبكة العامة للصرف الصحي. 2 - يتم التخلص من المخلفات الصيدلانية عن طريق المحارق ذات درجات الحرارة العالية والابتعاد عن تصريفها بالمجاري المستشفى حتى لو كانت بكميات بسيطة.

ومن اهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة المرضة في المياه الملوثة هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

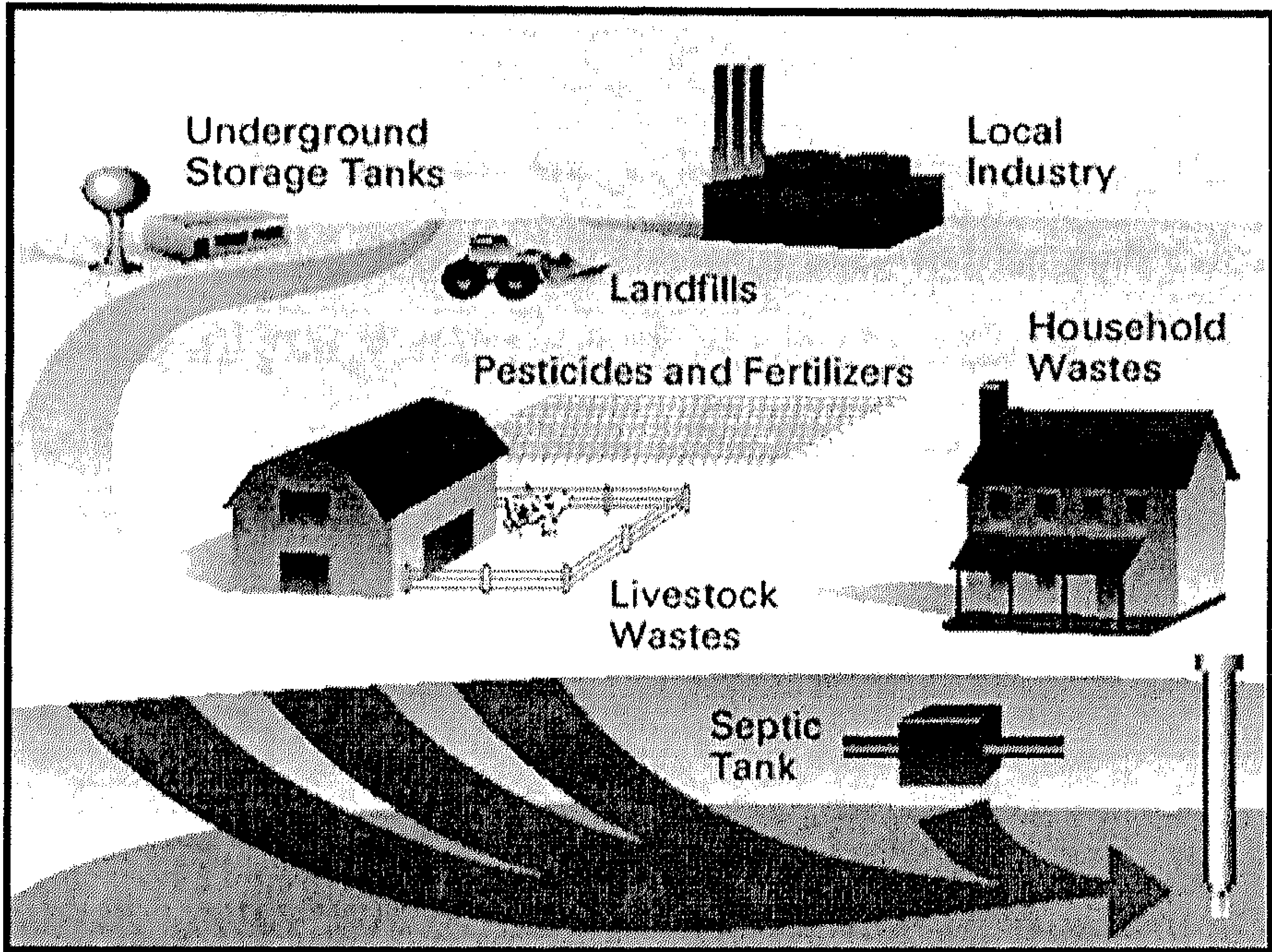
د - مخلفات الماشية والطيور وتربية حيوانات المزارع

أماكن تربية الماشية وحيوانات المزرعة ينتج عنها الكثير من الفضلات الحيوانية التي تحتوي علي كثير من الملوثات الحيوية مثل الكائنات الحية الدقيقة المرضة وغير المرضة التي تنتج من افرازات الحيوانات.

ومن المصادر الأخري الهامة للملوثات الحيوية مخلفات الطيور المزلية والطيور البرية اذ تصل هذه المخلفات وما تحمله من ملوثات حيوية للماء عن طريق الانجراف

السطحي للتربة والجريان السطحي للتبة بفعل الأمطار والسيول المتساقطة علي الأرض.

وتتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في مناطق الإنتاج الحيواني لصناعة الالبان واللحوم. وبازدياد إعداد الحيوانات تفقد التربة المحيطة قدرتها علي الامتصاص وتتشبع بسوائل ومواد الروث. ثم تقوم مياه الأمطار بحمل الملوثات وربما اوصلتها للمياه الجوفية ومن هذه الملوثات الاحمال العضوية العالية والمركبات النتروجينية والبكتريا والطفيليات المرضة.



صورة تبين مصادر الملوثات الحيوية للماء مثل احواض التحليل ومزارع الحيوانات

٥ - المخلفات الصلبة المنزلية

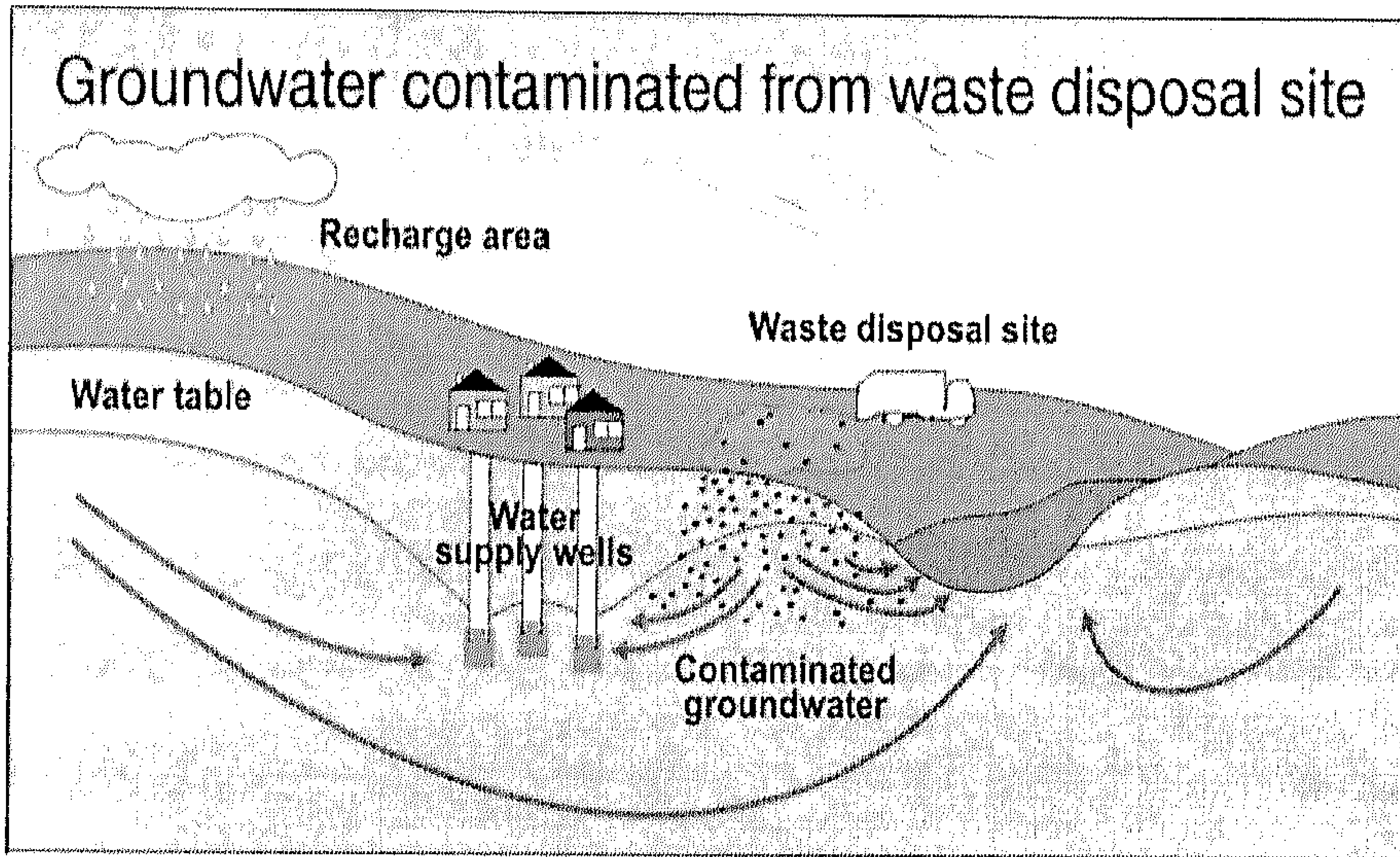
ويقصد بهذه المخلفات تلك التي يتم التخلص منها بالدفن بطريقة غير صحيحة وغير صحية. ويتم الدفن عادة في مناطق منخفضة، وعادة يكون منسوب المياه الجوفية

عاليا، أوعندما تكون التربة ذات مسامية عالية(مثلما يوجد في طبقات الرمل والحصي) ينساب السائل الناتج من ضغط وعصر المخلفات للخزان الجوفي. وهذا السائل يحتوي علي تركيز عالي من الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة والكلوريدات والنترات والحديد والمنجنيز والمواد العضوية. ومن المصادر المتوقعة لزيادة مياه المدفن : الأمطار، وتسرب المياه السطحية، والمياه المتسربة من المناطق المحيطة بمنطقة دفن المخلفات، والمياه الجوفية الملامسة للنفايات عندما يرتفع منسوبها. ومن الملوثات المتواجدة بمدافن المخلفات الصلبة غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات ناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بوفرة في هذه المخلفات. ويمكن الحد من وصول تلك الملوثات للمياه الجوفية باتباع طرق الدفن الصحية للمخلفات باختيار المواقع المناسبة والتصميم الجيد للمدفن والتخلص الامن من نواتج الدفن.

المخلفات الصلبة المنزلية التي تحتوي علي ملوثات حيوية مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات المرضة قد تجد طريقها للماء مسببة تلوثه. ومن اشهر المخلفات الصلبة الملوثة للمياه الجوفية هي تراكم القمامه وبقايا الطعام علي سطح الأرض فتتغلغل بدورها مع مياه الأمطار الى جوف الأرض وتلوث المياه الجوفية، أو تصل للمياه السطحية عن طريق الجريان السطحي لمياه الأمطار، أو عن طريق التخلص غير السليم من تلك المخلفات في الأنهار والترع والقنوات المائية بما تحتويه من ملوثات حيوية فتنتشر تلك الملوثات في البيئة المائية لتلك المسطحات وقد تنمو وتتكاثر عند وجود الظروف المناسبة للنمو والتكاثر فتعمل علي زيادة التلوث الحيوي للماء.

ومن أكثر الأسباب التي تلوث المياه السطحية والجوفية التخلص السطحي من النفايات ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية، في برك تخزين سطحية.

فعلى سبيل المثال يتم التخلص من حوالي 390 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية. وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الجوفية الحاملة للمياه العذبة، حيث يعد 10% من هذه النفايات ذات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة بسبب تراكم الملوثات في البيئة ووصولها للانسان عبر مصادر مياه الشرب أو عن طريق التراكم الحيوي في الكائنات الحية وتصل للانسان عبر السلسلة الغذائية.



و - القاء جثث الحيوانات النافقة في الترع والأنهار[*]

تناول الدكتور احمد محمد مندور بقسم الطفيليات بكلية الطب جامعة اسيوط موضوع الطفيليات التي تنتقل للانسان عن طريق القاء جثث الحيوانات النافقة في مجري نهر النيل وفروعه، وذكر أن إلقاء الحيوانات الميتة في النيل جعلته وكأنه

---

[*] المؤتمر القومي الخامس لجامعة أسيوط (تفاعل الجامعة والبيئة) 1994 .

مقبرة للقاذورات ونبه ان الحيوانات النافقة غالبا ما تكون حاملة للامراض ومن هنا تعتبر وعاء حاوي لكثير من الكائنات الحية الدقيقة المرضة مثل الفيروسات والبكتريا والطفيليات والحشرات، وهذه المسببات المرضية قد تنتقل إلى الإنسان بطريقة مباشرة او غير مباشرة عند شرب المياه الملوثة او الاستحمام في مياه النهر المستباحة أو تناول خضروات ملوثة غسلت في المياه الملوثة أو اواني غسلت وشطفت في المياه الملوثة. ومما يصعب المشكلة ان هذه الطفيليات المرضة لا تسبب اعراضا مرضية في الحال ولكن في التاثيرات الضارة المزمنة.

وأهم الطفيليات التي تنتقل للانسان من الحيوانات النافقة هي الآتية :

- ديدان الاكتيوكوكس التي تعيش في امعاء الكلاب.
- ديدات ترايكوسترونجليس كولبرمفورس التي تعيش في امعاء الابقار.
- التكسوبلازما التي تعيش في امعاء القطط.
- ديدان شريطية من جنس ماتيسبس تعيش في امعاء الكلاب.
- ديدان التوكسوكاراكانس في امعاء الكلاب والتوكسوكارفيتيبولوم في امعاء الجاموس.
- السادكوس الذي يعيش في امعاء الكلاب.

ي - الملوثات الحيوية من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان

السلوكيات غير السليمة من بعض الناس تسبب في تلوث الماء بالكثير من العوامل الحيوية المرضة من ابرز هذه السلوكيات:

- القاء محتويات المراحيض والمجارير ومخلفات أحواض التحليل في مياه الأنهار.
- القاء مخلفات بعض المصانع والمتاجر المحتوية علي ملوثات حيوية في مياه الترع والأنهار والقنوات المائية.

- التبرز والتبول والخوض في المياه للانسان والحيوان (خاصة الماشية والاغنام).
- غسل وتنظيف الحيوانات والماشية في الأنهار والترع.
- غسل وتنظيف الحيوانات والماشية في الأنهار والترع.
- القاء القاذورات والفضلات والقمامة والمواد السامة في المياه.
- القاء للزوارق والمراكب بمخلفاتها في الأنهار.
- القاء جثث الحيوانات النافقة في المجاري المائية.
- القاء مخلفات المجازر والسلخانات والمدابغ في الترع والأنهار.
- القاء مخلفات سفن الرحلات النيلية والبحرية من الفضلات البشرية في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات.
- تسرب مخلفات وفضلات المزارع والاقفاص السمكية المقامة في الأنهار بصورة عشوائية.

3 - 1 - 3. المصادر الصناعية للملوثات المائية

المصادر الصناعية للملوثات الحيوية تأتي من خلال صرف مياه الصرف الصناعي للمصانع والمنشأت الصناعية إلى البيئة المائية، وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي علي كثير من الملوثات والعوامل الحيوية الملوثة، فمياه الصرف الصناعي الخاصة ببعض الصناعات تحتوي علي كثير من الملوثات الحيوية الخطرة مثل الدم والبكتيريا والفيروسات والطفيليات المرضة.

وغالبا ما تحتوي الصناعات الآتية علي مخلفات سائلة غنية بالملوثات والعوامل الحيوية :

- مياه صرف المسالخ والمجازر للحوم الحيوانات والدواجن
- مياه صرف مدابغ الجلود

- مياه صرف معامل صناعة الالبان ومشتقاتها .
- مياه صرف معامل البيرة والتخمير والتقطير.

قد تتواجد بعض الكائنات الدقيقة في مياه الصرف الصناعي لبعض الصناعات وقد تكون بعض من هذه الكائنات كائنات ممرضة وينتج ذلك عند اختلاط الصرف الصناعي بالصرف الصحي الموجود داخل المصنع مما سبب نمو هذه الكائنات في مياه الصرف الصناعي.

وبعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا المرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة. وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا المرضة من عدمه بواسطة أختبار نوع معين من الكائنات الدقيقة(القولونيات البرازية). وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة المحيطة.

وقد تتواجد معظم أنواع الكائنات الحية الدقيقة كما في أنواع معينة من الصرف الصناعي لبعض الصناعات الغذائية وصناعات التعليب والصناعات الورقية التي تتواجد بها البكتريا القولونية أو في حالات تجمع الصرف الصناعي مع الصرف الصحي في شبكة واحدة قبل محطة المعالجة كما يحدث في كثير من المنشأت الصناعية.

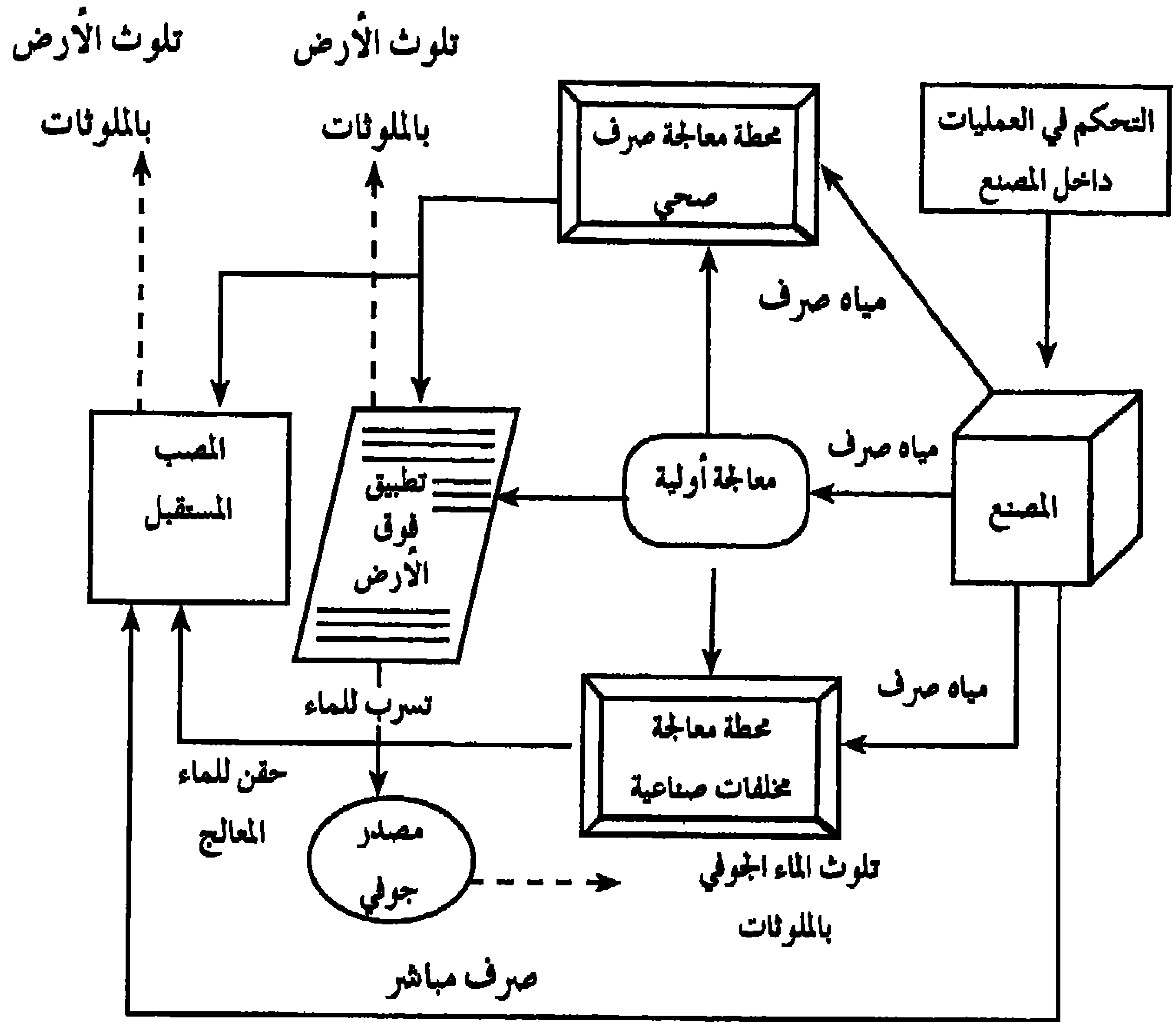
خيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي

يعتمد التخلص من مياه الصرف الصناعي على نوعيتها وعلي مجال استخدام المياه المعالجة فيما بعد وعلي طبيعة المصادر المستقبلة لهذه المياه، والخيارات التالية هي الخيارات المختلفة للتخلص من مياه الصرف الصناعي :

- ان تصرف مباشرة إلى أقرب مجري مائي بدون تخفيف.
- ان تصرف مباشرة إلى اقرب مجري مائي بعد تخفيفها بمياه الصرف الصحي أو اية مياه أخرى.

- ان تصرف مباشرة إلى محطة معالجة لمياه الصرف الصحي.
- ان تجمع وتنقل إلى محطة مركزية للصرف الصناعي.
- ان يجري عليها معالجة اولية أو ابتدائية لتصبح مواصفاتها ضمن الحدود التي تسمح بصرفها مباشرة إلى شبكات الصرف الصحي ومنها إلى محطات معالجة الصرف الصحي.

والشكل التالي يمثل مخططا لخيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي ودورها في انتقال انتشار الملوثات للماء.



شكل 3 - 3 خيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي

3 - 1 - 4. المصادر الزراعية للملوثات المائية

قد تسبب الزراعة وما يترتب عليها من صرف زراعي ملوث بالأسمدة والمكبات الكيميائية إلى تلوث البيئة المائية ومن اشهر تلك المشاكل مشكلة النمو الطحلبي المفرط (الازدهار الغذائي) التي يتسبب فيها مياه الصرف الزراعي المحملة بالأسمدة النتروجينية والفوسفاتية من الأراضي الزراعية من المشكلات التي تؤثر على نوعية المياه في الأنهار والبحيرات.

يتم استخدم العديد من المواد الكيميائية في الزراعة وتشمل النيتروجين وأسمدة الفسفور والمبيدات الحشرية) تستعمل لمعالجة التربة والبذور (ومنظمات نمو النبات ومطهرات والعقاقير البيطرية (استخدام المضادات الحيوية للحيوانات واستخدام المضادات الحيوية في مزارع السمك) ومن بين هذه المواد تعتبر المبيدات الحشرية من أكثرالمواد الكيميائية تأثيراً علي الصحة والبيئة. وادى التوسع فى استخدام المبيدات بصورة مكثفة فى الأغراض الزراعية والصحية إلى تلوث المسطحات المائية بالمبيدات العضوية اما مباشرة عن طريق القائها فى المياه أو بطريق غير مباشر مع مياه الصرف الزراعى والصحى والصناعى التى تصب بهذه المسطحات كما ويتسرب جزء من هذه المبيدات الى المياه الجوفية. وتصل مصادر التلوث بالمبيدات للمياه السطحية عن طريق:

- مع الغسيل بواسطة مياه الأمطار.
- مع مياه الصرف إلى الماء الأرض ى.
- تلوث مباشر مع المياه السطحية من خلال الإنجراف.
- بقايا مبيدات المحاصيل وماء الغسيل الناجم من تنظيف معدات الرش.
- المبيدات المستخدمة في القضاء علي الحشائش والنباتات المائية كورد النيل.

3 - 1 - 5. التلوث بالملوثات المائية نتيجة الحوادث والظروف العرضية

قد تؤدي بعض الحوادث والظروف العرضية إلى تلوث الماء مثلما يحدث عند إنفجار وكسور مواسير شبكات المياه أو مواسير الصرف الصحي. وترجع أسباب إنفجار وكسور مواسير شبكات المياه الي:

- تآكل المواسير من الداخل أو الخارج.
- عدم تحمل المواسير لضغوط المياه المتزايدة بداخلها.
- مد المواسير بالقرب من سطح الأرض.
- أعمال الحفر والإنشاءات.

والخطورة تكمن عند إنقطاع التيار الكهربائى وتوقف ضخ المياه إلى الشبكات فينتج ضغط سالب داخل المواسير ومن ثم تتسرب مياه الرشح الملوثه من التربة حول الكسور إلى داخل المواسير. وعند عودة التيار الكهربائى تتدفق المياه مرة ثانية داخل المواسير وتدفع أمامها هذه الملوثات لتصل إلى المنتفعين مما يؤدى إلى تفشى الأمراض المعدية وغيرها على صورة موجة وبائية.

أما بالنسبة لانفجار مواسير الصرف الصحي فإنها تلوث التربة بالعديد من ملوثات الصرف الصحي الكيميائية والبيولوجية ومن ثم فان هذه الملوثات قد تجد طريقها إلى الخزان الجوفي عن طريق التسرب خلال الأرض. وربما تتسلل هذه الملوثات أيضاً إلى مواسير مياه الشرب المكسورة او التي بها شروخ وصدوع مسببة تلوث مياه الشرب بهذ الملوثات.

3 - 2. علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض

Relation of Water Pollutants with Each Other

الملوثات المائية تنتشر داخل الأنظمة البيئية المختلفة فهي تنتشر في الهواء والماء والتربة. وتتداخل مع الأنواع الأخري من التلوث البيئي فالملوثات البيئية وان كانت تختلف في نوعياتها وخصائصها وطبيعتها وتأثيراتها في الإنسان والكائنات الحية والبيئة المحيطة، الا انها تتشابك في علاقات مع بعضها البعض. فعلي سبيل المثال الملوثات الحيوية كاحد اخطر الملوثات المائية تتأثر بوجود وانتشار الملوثات البيئية الأخري كالملوثات الفيزيائية والكيميائية، وهذا التأثر يتمثل في:

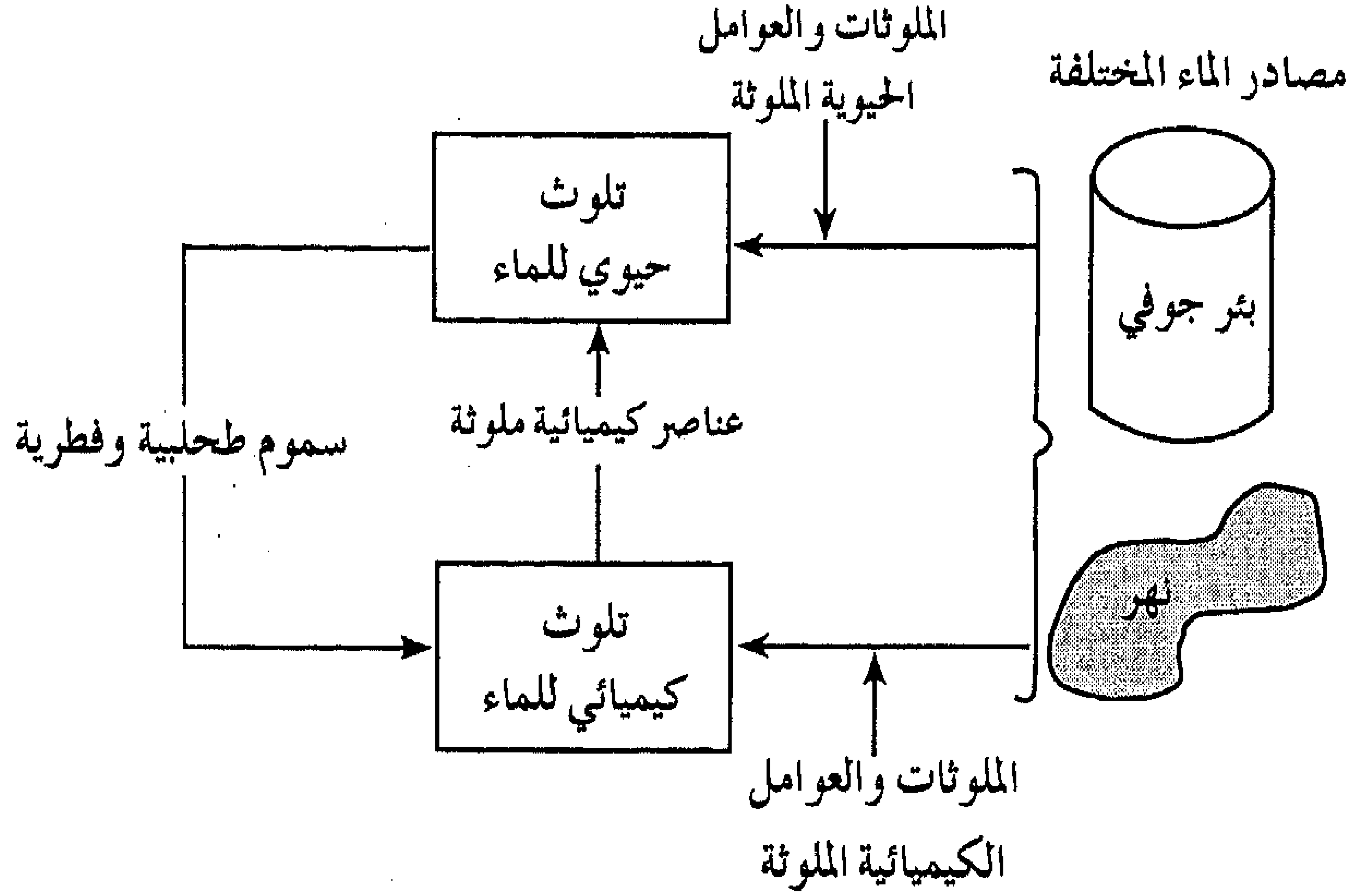
- ان كل ملوث يمكن ان يزيد من وجود وتراكم وتركيز ملوث اخر فالملوثات الكيميائية علي سبيل المثال من المواد النتروجينية والفسفورية الناتجة عن الاسراف في استخدام الأسمدة تزيد من النمو المفرط للطحالب مما يسبب من تلوث البيئات المائية بكثير من الأنواع الطحلبية.
- ان كل ملوث يمكن ان يزيد ويفاقم من تأثير النوع الأخري من الملوثات، فالتلوث بمياه المخلفات السائلة البلدية كمياه الصرف الصحي يزيد من تأثير استنزاف الأكسجين الذائب في المستنقعات المائية والتي قد تنتج من النمو المفرط للطحالب ثم التحلل العضوي لها.
- هناك علاقات تبادل بين أنواع معينة من الملوثات فالتلوث الغذائي قد يسبب تلوثا حيويا للماء عند القاء الغذاء الملوث في البيئة المائية، ومن الناحية الأخري فالتلوث الحيوي للماء بالكائنات الحية الدقيقة يسبب تلوث غذائيا عندما يتم استخدام هذا الماء في صناعة وتحضير الغذاء.

3 - 2 - 1 .الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الكيميائي

هناك علاقة بين الملوثات الحيوية والتلوث الكيميائي للماء فالكائنات المائية النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة تتأثر بصور التلوث الكيميائي الموجودة في البيئة المائية، فالملوثات الكيميائية علي اختلاف صورها و أنواع ها تؤثر علي نمو وتكاثر وانتشار الكائنات المائية داخل بيئاتها، فهناك مواد ومركبات كيميائية تزيد من نمو أنواع معينة من الكائنات الدقيقة الحية بدرجة اكبر من اللازم مما قد يسبب تلوثا حيويا للماء.

وعموما فقد يتداخل التلوث المائي بالملوثات الحيوية مع التلوث الكيميائي في النقاط الهامة الآتية:

- إن التلوث الكيميائي قد يضيف إلى البيئة المائية عناصر جديدة قد تؤدي إلى زيادة وانتشار التلوث الحيوي بالكائنات الدقيقة الحية وبالنباتات المائية، وخير مثال التلوث بالمركبات الفوسفاتية والنتروجينية للمسطحات المائية يعمل علي النمو الزائد للطحالب المائية بصورة قد تؤدي في النهاية إلى تحلل الأنهار والبحيرات وموتها بيولوجيا مسببا خللا بيئيا جسيما.
- إن بعض الملوثات الكيميائية العضوية تزيد من تكاثر الكائنات الحية الدقيقة المرضة وغير المرضة فالمركبات العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا تعد من مصادر الكربون للكائنات الحية الدقيقة المرضة وغير المرضة مما قد يسبب تلوثا حيويا (بيولوجيا) للبيئة المائية الموجود فيها الملوثات الكيميائية.
- إن التلوث الحيوي قد يضيف إلى البيئة المائية سموما كيميائية وعناصر ضارة منتجة بالكائنات الحية الدقيقة(مثل بعض أنواع الطحالب) والتي يؤدي تراكمها وزيادتها إلى إنتاج عناصرغريبة وسموما كيميائية تضر بالكائنات المائية الأخري وتحدث خللا بيئيا للبيئة المائية.
- التلوث الكيميائي قد يقلل من عمليات التنقية الذاتية للمسطحات المائية مما يزيد من معدلات نمو بعض الكائنات المائية بدرجة قد تسبب تلوثاً حيوياً واضحاً بتلك البيئات.



شكل 3 - 4 مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الكيميائي

3 - 2 - 2. الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الفيزيائي

الملوثات الحيوية للماء كما ذكرنا هو تلوث الماء بملوثات حية كالكائنات الدقيقة المرضة أو بالنباتات والحيوانات المائية الضارة، وهناك علاقة بين الملوثات الحيوية للماء والتلوث الفيزيائي من خلال الآتي :

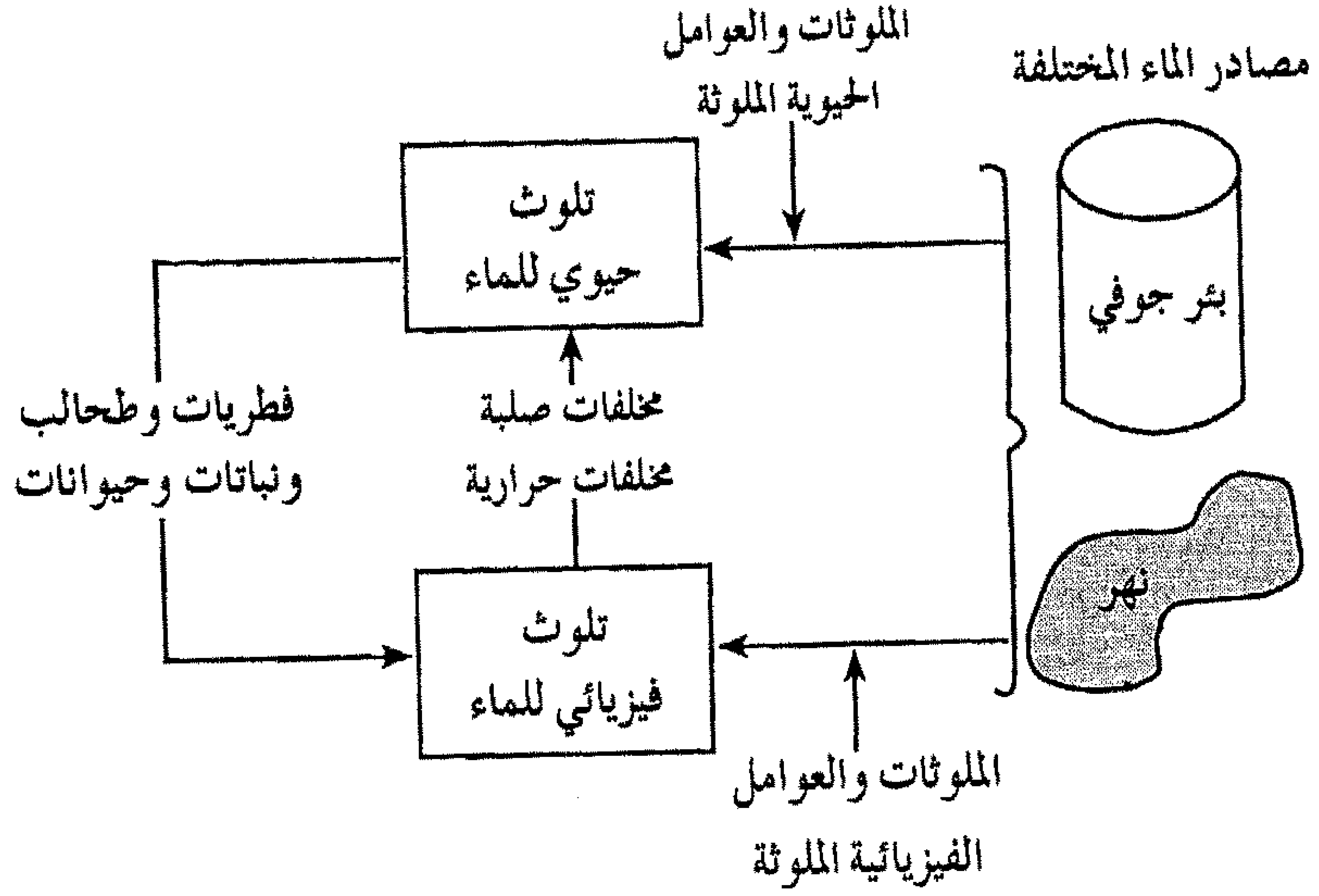
- وجود الملوثات الحيوية في الماء من شأنها ان تغير من الصفات الفيزيائية الطبيعية للماء محدثة تغيراً أو تلوثا فيزيائيا ومن امثلة ذلك تلوث الماء بكميات كبيرة من الطحالب التي تؤدي إلى زيادة عكارة الماء وبالتالي تغير وتقلل من نفاذ الضوء خلال طبقات الماء.
- التلوث الفيزيائي للماء مثل التلوث الحراري من شانه ان يؤثر علي الكائنات الحية الموجودة في الماء ومن ثم يؤثر علي الاتزان البيولوجي الموجود به، فالماء الملوث حرارايا قد يعمل علي هجرة بعض الكائنات إلى أماكن أُخرى ملائمة

حرارايا، لذا فإن تعرض الأحياء لحرارة عالية سوف يؤدي إلى تغيرات في معدلات التكاثر والتنفس والنمو وقد يؤدي إلى موت هذه الأحياء ويتناسب هذا التأثير مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة وفترة التعرض لهذه الحرارة.

- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة مثل المخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل البيولوجي بشكل خاص(Nonbiodegradable)، والتي لها القدرة على الثبات، قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر تتعرض لها الطيور الخواضة فتموت فيها، أو أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها.
- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة القابلة للتحلل بيولوجيا أو كيميائيا قد تتحلل إلى مركبات كيميائية تؤثرعلي الاتزان البيولوجي للبيئة المائية عن طريق تأثيرها علي معدلات النمو والتكاثر للكائنات المائية.

ويمكن إجمال أهم أشكال التلوث البيولوجي بالاشكال الآتية: - التلوث بالميكروبات والكائنات المرضة والتلوث بالنباتات والحيوانات المائية وتداخل الأنظمة البيئية.

ومن أهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة المرضة في المياه الملوثة بمخلفات الصرف الصحي والصناعي هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.



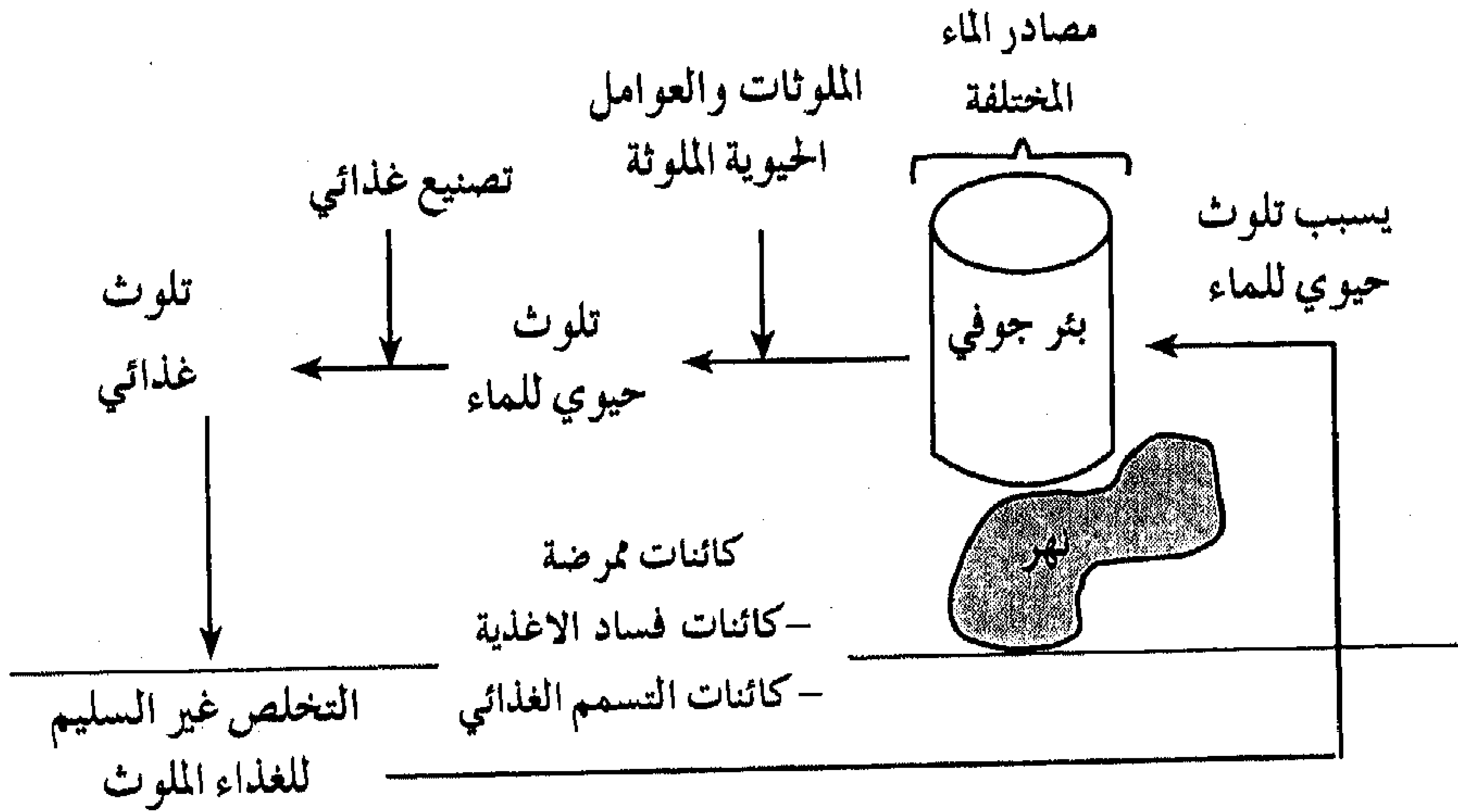
شكل 3 - 5 مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الفيزيائي

3 - 2 - 3. الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الغذائي

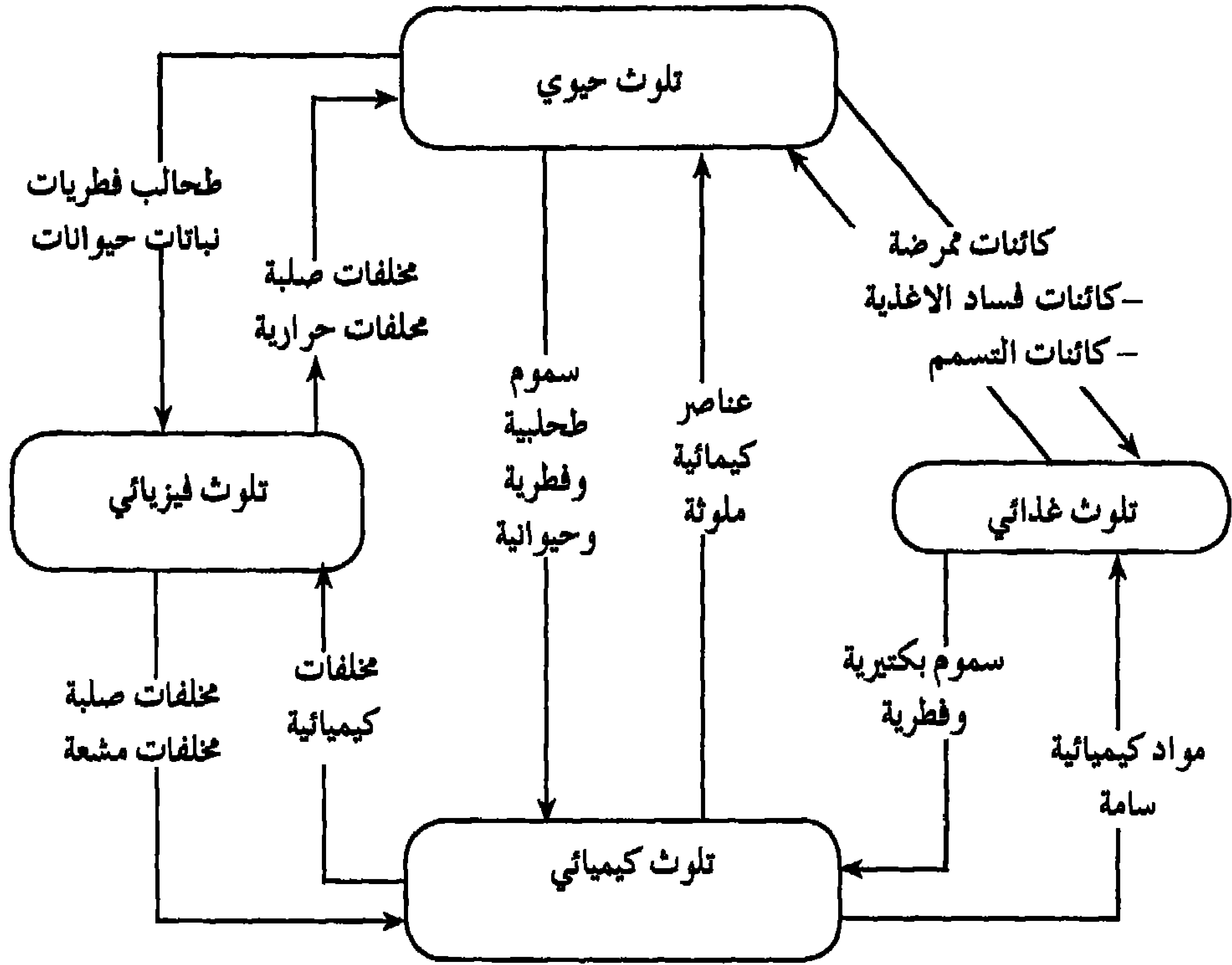
التلوث المائي بالملوثات الحيوية كالتلوث بالكائنات الحية الدقيقة المرضة يمكن ان تسبب تلوثا غذائيا للغذاء الذي يتناوله الإنسان عن طريق انتقال الماء الملوث إلى الغذاء او دخول هذا الماء في العمليات التصنيعية الغذائية مثل صناعات المشروبات والعصائر والالبان وبالتالي سوف ينتج طعاما ملوثا، وعموما يسبب هذا النوع من التلوث الغذائي كائنات حية ممرضة منها البكتيريا والطفيليات والفيروسات والفطريات وتصل إلى الإنسان عن طريق مصادر الغذاء (الحيوانية والنباتية) وأيضًا يعتبر الإنسان أحد مصادر هذا النوع من التلوث.

وتنتج هذه الميكروبات سمومًا ميكروبية ينجم عنها حدوث حالات التسمم الغذائي ويعتبر الغذاء الملوث بالميكروبات من أهم أسباب إصابة الإنسان بالأمراض. وهناك أنواع من البكتيريا تسبب حدوث تسمم الغذاء منها (ستافيلوكوكس والباسيلس والكوليرا

والبروسيللا والسالمونيللا والكلوستريديوم) وتكمن خطورة بعض هذه الميكروبات في أنها تفرز سمومًا مقاومة للحرارة ولا يقضى عليها إلا بالتسخين لمدة طويلة ومن أمثلة هذه السموم تلك التي تفرزها بكتيريا ستافيلوكوكس وهي أكثر السموم الغذائية انتشارًا وترجع أساسًا إلى نمو وتكاثر هذا النوع من البكتيريا على الأغذية البروتينية (اللحوم ومنتجاتها، الدواجن، الألبان ومنتجاتها، البيض)، ومن أخطر أنواع البكتيريا التي تسبب التسمم الغذائى بكتيريا)الكلوستر ديديوم) حيث تعيش هذه الميكروبات في معلبات لحوم الأبقار والدواجن والأسماك وبعض الخضروات والفواكه، وقد يتلوث الطعام ببعض أنواع الفيروسات مثل فيروس التهاب الكبد، أما عن الفطريات فيعيش بعضها على الألبان والفول السوداني والحبوب والزبدة وتفرز هذه الميكروبات سمومًا خطيرة تسمى السموم الفطرية أو (ميكوتوكسين) ومن أخطرها سموم يطلق عليها (افلاتوكسين) حيث ثبتت علاقته بالتسبب بالسرطان. والشكل التالي يبين مخطط مبسط للعلاقات بين التلوث الحيوي والأنواع المختلفة من التلوث.



شكل 3 - 6. مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الغذائي



شكل 3 - 7. مخطط مبسط للعلاقات بين الأنواع المختلفة من التلوث وعلاقتها بالتلوث الحيوي

3 - 3. تلوث الماء الجوفي Groundwater pollution

تؤثر المياه الجوفية علي صحة البشر وذلك لاعتماد كثير من البلدان والشعوب علي المياه الجوفية كمصدر هام من مصادر مياه الشرب وكمورد رئيسي لري المزروعات. كما تؤثر أيضاً علي الاقتصاد والمجتمع الصناعي اذ تدخل المياه الجوفية في الصناعة من خلال عمليات التبريد والتخلص من النفايات الصناعية وفي عمليات التنقيب عن البترول والمعادن وإنتاج الطاقة واغراض أخرى متنوعة.

ولسنوات عديدة امن الناس علي المياه الجوفية من التلوث لأنها محمية طبيعيا بواسطة طبقات التربة والصخور التي تعمل كمرشحات تحجز الملوثات من الوصول إلى اعماق المياه الجوفية. لكن الاستخدام السيئ للانسان لموارده الطبيعية وتوسعه العمراني وزيادة النشاط الصناعي والزراعي افضي إلى وصول الملوثات إلى المياه الجوفية ومما يزيد من خطورة الامر انه بمجرد وصول الملوثات إلى المياه الجوفية فان عمليات إزالة التلوث والتنقية تصبح في غاية الصعوبة كما انها مكلفة اقتصادياً.

وقد ظهر التلوث في أكثر بلاد العالم تقدما ففي الولايات المتحدة التي تعتمد علي المياه الجوفية لتوفير ربع احتياجاتها من المياه كمصدر للشرب ظهر التلوث للمياه الجوفية في السبعينات من القرن الماضي وقد سجل من عام 1971 حتي عام 1985.

وحيث أن المياه الجوفية تمثل مصدرا مهما من مصادر المياه الصالحة للشرب والرى، فان الإسراف في استخدامها وتلوثها بالمواد الضارة يشكل تهديدا مستمرا لهذا المصدر المهم للماء العذب. ومن المشكلات التي تهدد المياه الجوفية إنهيار الأراضي وتسرب المياه المالحة إلى الآبار الساحلية.

وتتعرض المياه الجوفية إلى التلوث بسبب مخلفات ونفايات المصانع والأنابيب النفطية والمناجم والمواد المشعة، بالإضافة إلى التلوثات الناتجة من الزراعة بسبب استخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات الحشرية وروث الحيوانات.

في كثير من الحالات، تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.

أمّا في حالة الآبار العميقة وهي التي يزيد عمقها عن 40 – 50 قدماً، فتقل فرص التلوث فيها، لأن المياه تمر في هذه الحالة على طبقات مسامية نصف نفاذة، تعمل في كثير من الأحيان على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب. غير أن الشواهد، التي تجمعت في السنوات القليلة الماضية، دلت على أن بعض المبيدات الحشرية والمواد

الكيميائية، وجدت طريقها إلى طبقة المياه الحاملة Aquifers في باطن الأرض. وتعد هذه المعلومات العلمية الحديثة في غاية الخطورة. إذ تشير الدلائل إلى تعرض المخزون الكبير للأرض من الماء العذب، إلى التلوث من مصادر عديدة.

الخزان الجوفي والتلوث

ان المياه الجوفية عادة تكون ذات نوعية جيدة وذلك لخضوعها للترشيح الذي تقوم به طبيعيا طبقات التربة أثناء تغلغل المياه وتفاذها من خلال هذه الطبقات، وقد تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.

وتعتمد المسافة التي يقطعها الملوث في الأرض علي الآتي:

- نوع وكمية المادة الملوثة.
- طبوغرافية المنطقة.
- هيدرولوجية الخزان الجوفي.

وعلي سبيل المثال تقوم الطبقات الرملية الناعمة بازالة المواد الصلبة العالقة والبكتريا من المياه عبر مسافات قصيرة، غير ان الطبقات المكونة من الحصي أو الصخور المكسرة تسمح بمرور نفس الملوثات لتقطع مسافة اطول خلال التربة. ولا تتأثر الملوثات الذائبة بعملية الترشيح داخل التربة مثل تأثرها بعوامل أخرى مثل قوي الامتزاز. ومما يفاقم من مخاطر الملوثات السرعة البطيئة التي تنساب بها المياه عبر طبقات التربة، ففي المتوسط تنساب المياه الجوفية بسرعة تقدر بحوالي 3 متر في السنة اعتمادا علي نفاذية الخزان الجوفي. وعليه فان الخزان الجوفي الملوث قد يستمر علي درجة تلوثه مئات السنين وهذا يعني مرور السنين الطوال قبل التخلص من أي تلوث، أو قبل اكتشاف أي تلوث. مما يؤدي إلى انتشاره عبر المجاري والأنهار الجارية في باطن الأرض.

عادة تحتوي كل المياه الجوفية علي أملاح ذائبة تتفاوت في مقدارها ونوعها طبقا للبيئة المحلية، ومصدر المياه، ومساحة الخزان الجوفي، ونوع وتكوين الطبقات ومحتواها الكيميائي، ونوع ودرجة ذوبانية المعادن، وزمن التلامس، وسرعة دفق المياه الجوفية. ومن المعروف ان الصخور الرسوبية أكثر ذوبانا من الصخور النارية : وعادة تزداد الملوحة بزيادة العمق داخل الأرض (الا أنه في بعض الحالات كلما زاد العمق قلت الملوحة وذلك عندما تكون الطبقات الحاملة للمياه العذبة علي اعماق كبيرة داخل الأرض).

ويقود تلوث المياه الجوفية إلى الحد من استخدام المياه في الأغراض المختلفة بالإضافة إلى الأضرار بحياه الإنسان والحيوان والنبات عن طريق التسبب بالأمراض بالأمراض المختلفة. وأهم أنواع الملوثات اتي تجد طريقها للخزان الجوفي الآتية :

أ- المواد العضوية المصنعة

وتضم هذه المواد مجموعات تسمي الهيدروكربونات المكلورة مثل مركبات التراي كلوروايثيلين Tri chloro ethylene، ورباعي كلوريد الكربون Carbon tetrachloride ومعظم هذه المواد سام. وبعضها مسرطن، وربما يؤثر علي الصحة العامة ولو بتركيزات قليلة، الذي يفاقم من مخاطر شرب هذه النوعية من المياه. وينصح بعمل معالجة لهذه المياه لإزالة المواد العضوية المصنعة تماما من المياه، ومن أشهر الطرق للمعالجة استخدام وحدات الازالة بالكربون المنشط والأكسدة بالتهوية.

ب-المعادن الذائبة

تتأتي المعادن الذائبة من ذوبان المعادن الموجودة بالتربة والصخور الحاوية لها، وذلك بعد ملامسة المعادن للمياه بعد مرور فترة زمنية معينة، وتسبب هذه المعادن زيادة في عسر المياه الجوفية (كما في حالة الكالسيوم والماغنيسيوم). ومعظم هذه المعادن قد لاتشكل خطرا علي الصحة.

ج - المخلفات السائلة والمخلفات الصلبة الصناعية الخطرة

المخلفات الصناعية هي المخلفات التي تنتج من الأنشطة الصناعية للانسان، وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الصناعات بمختلف أنواع ها والتي أصبحت تشكل جزءا كبيرا من المخلفات نتيجة للتوسع في الصناعات الصغيرة والمتوسطة، ويمكن تقسيم المخلفات الصناعية إلى : -

1. مخلفات صناعية غير خطرة

وهي المخلفات الصناعية التي لا تشكل خطرا علي البيئة أو الإنسان أو الصحة العامة مثل بعض الصناعات الغذائية ومواد التغليف وخلافه.

2. مخلفات صناعية غير خطرة.

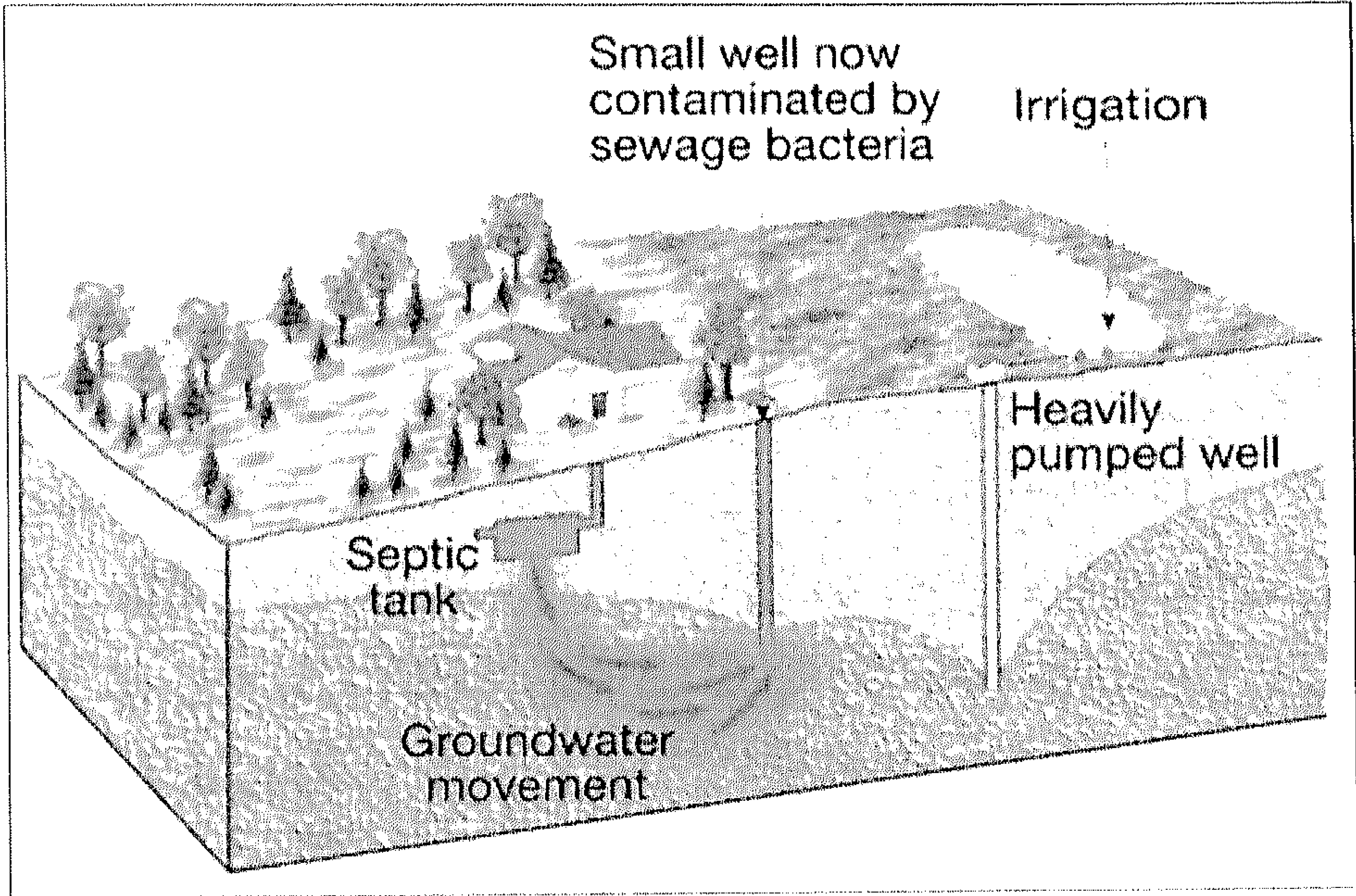
وهي المخلفات الصناعية التي تشكل خطرا علي البيئة او الإنسان او الصحة العامة مثل المواد الكيميائية والمبيدات والاصباغ والمذيبات.

والمخلفات الصناعية الخطرة تحتوي علي كثير من المركبات الكيميائية العضوية والغير عضوية الخطرة والسامة والمسرطنة حسب نوعية الصناعة ومخلفاتها. ولهذا فان المخلفات الصناعية التي يتم صرفها علي المسطحات المائية (الأنهار والبحيرات) قد تجد طريقها للمياه الجوفية. وقد وجد في بعض مصادر المياه الجوفية مركبات عضوية مثل ثنائي الفينول متعدد الكلورة والبنزين وثلاثي كلورو ايثيلين وبعض المعادن الثقيلة مما يؤكد ان مصدرها المخلفات الصناعية.

د - الفضلات السائلة البشرية

ان طرق التخلص من الفضلات السائلة البشرية في المناطق الريفية والمناطق المنعزلة أو في المناطق التي لا يوجد بها صرف صحي للفضلات قد يؤدي إلى وصول هذه المخلفات للمياه الجوفية. فمثلا يتسرب السائل الناتج عن وحدات التحليل اللاهوائي Septic Tanks إلى المياه الجوفية طبقا لاسلوب التخلص النهائي المتبع.

ومن الدلائل علي تلوث المياه الجوفية اكتشاف العلماء لوجود بعض الفيروسات المرضة داخل مصادر المياه الجوفية في المناطق القريبة من أحواض التحليل وقد اكتشف ذلك بالفعل في احد آبار المياه الجوفية بالولايات المتحدة الامريكية. وقد تتسبب برك الأكسدة التي انشئت قديما في تسرب مياه الفضلات البشرية إلى الخزان الجوفي (حيث ان هذه البرك ليست معزولة).



شكل3 - 8 مخطط يبين تلوث المياه الجوفي من أحواض التحليل

٥ - النفايات الصلبة المنزلية

ويقصد بهذه النفايات تلك التي يتم التخلص منها بالدفن بطريقة غير صحيحة وغير صحية. ويتم الدفن عادة في مناطق منخفضة، وعادة يكون منسوب المياه الجوفية عاليا، أوعندما تكون التربة ذات مسامية عالية(مثلما يوجد في طبقات الرمل والحصي) ينساب السائل الناتج من ضغط وعصر النفايات للخزان الجوفي. وهذا السائل يحتوي

علي تركيز عالي من الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة والكلوريدات والنترات والحديد والمنجنيز والمواد العضوية. ومن المصادر المتوقعة لزيادة مياه المدفن : الأمطار، وتسرب المياه السطحية، والمياه المتسربة من المناطق المحيطة بمنطقة دفن النفايات، والمياه الجوفية الملامسة للنفايات عندما يرتفع منسوبها. ومن الملوثات المتواجدة بمدافن المخلفات الصلبة غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات ناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بوفرة في هذه المخلفات. ويمكن الحد من وصول تلك الملوثات للمياه الجوفية باتباع طرق الدفن الصحية للمخلفات باختيار المواقع المناسبة والتصميم الجيد للمدفن والتخلص الامن من نواتج الدفن.

ومن اشهر المخلفات الصلبة الملوثة للمياه الجوفية هي تراكم القمامه وبقايا الطعام علي سطح الأرض فتتغلغل بدورها مع مياه الأمطار الى جوف الأرض وتلوث المياه الجوفية.

ومن أكثر الأسباب التي تلوث المياه السطحية والجوفية التخلص السطحي من النفايات ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية، في برك تخزين سطحية.

فعلى سبيل المثال يتم التخلص من حوالي 390 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية. وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الجوفية الحاملة للمياه العذبة، حيث يعد 10 % من هذه النفايات ذات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة بسبب تراكم الملوثات في البيئة ووصولها للانسان عبر مصادر مياه الشرب أو عن طريق التراكم الحيوي في الكائنات الحية وتصل للانسان عبر السلسلة الغذائية.

ر- مناجم التعدين

تنتج المناجم العديد من الملوثات ويعتمد مقدار التلوث علي نوع المادة المستخرجة من المنجم وطريقة التعدين. وتعتبر مناجم الفحم والفوسفات واليورانيوم والنحاس والزنك والرصاص من اكبر المناجم المولدة للملوثات. فربما اقتضي الحال نزح المياه للخارج عند حفر المناجم. وربما زادت نسب المعادن من المياه المنزوحة المستخرجة(مثل الحديد Fe، والالمونيوم Al، والكبريتات SO_4) مما يجعلها حمضية. واذا وجدت طريقها للمياه الجوفية فالطبع ستؤدي لتلوثها. وعادة ما تقترن مترسبات الفحم بمادة البايرايت FeS_2 والتي تؤدي اكسدتها إلي تكون كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك. وتلوث المياه الجوفية بهذه المواد يقود إلي انخفاض الاس الهيدروجيني وزيادة درجة حموضة المياه وزيادة درجة تركيز الحديد والكبريتات. وعادة تحتوي المياه السطحية المتدفقة قرب المنجم علي معادن ذائبة وبعض المواد الصلبة والمواد الحامضية وربما احتوت علي مواد مشعة وتقوم بتلويث المياه الجوفية عندما تتسرب داخل المناجم المفتوحة او عبر الدهاليز والممرات.

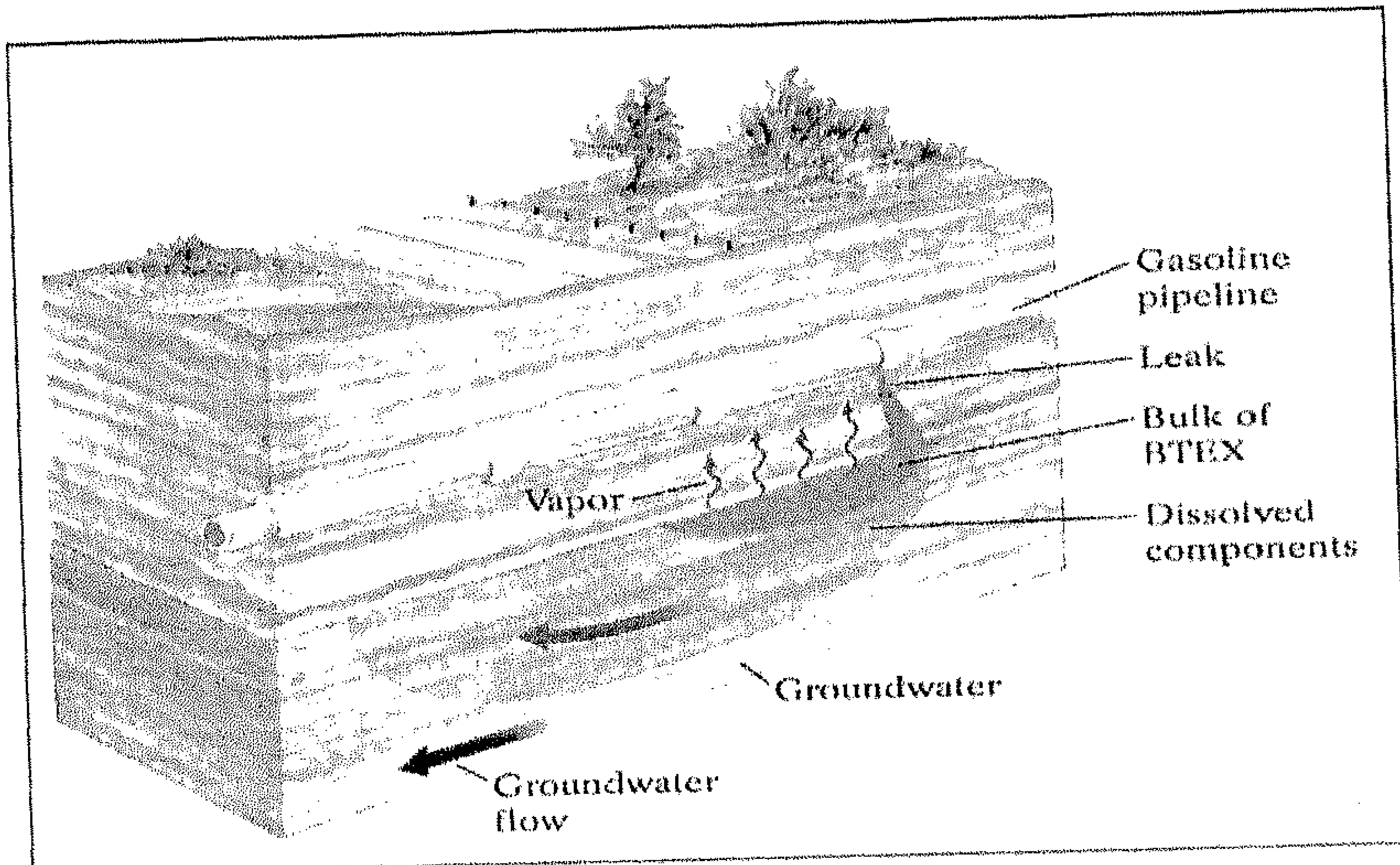
ز- مناطق استخراج النفط

يتبع استخراج النفط كميات كبيرة من المياه في شكل محلول مالح. ويحتوي هذا المحلول علي أملاح الصوديوم والكالسيوم والبورون والكبريتات والكلوريد بالإضافة إلي احتوائها علي نسب عالية من المواد الصلبة الذائبة. ويتم التخلص من هذا المحلول في بعض المناطق في برك التبخير او في المسطحات المائية. وقد قررت كثير من الجهات منع هذه الطريقة لتلويثها المياه السطحية والمياه الجوفية، ومن انسب الطرق للتخلص من المحلول المالح لاستخراج النفط استخدام الآبار العميقة في مناطق تحتوي جيولوجيتها علي طبقات معزولة من خزانات المياه الجوفية. ويجب مراعاة أساليب التصميم الجيد عند حفر وغلق آبار النفط لتلافي اي تلوث ثانوي. ومن الملوثات المصاحبة لاستخراج

النفط الجازولين وزيوت المحركات وربما يتطلب الامر ان يتم سحب المياه الجوفية الملوثة بالزيوت ثم فصل الزيت عنها واعادة ضخها للخزان الجوفي مرة أخرى وفي هذه الحالة يشكل التكاليف الاقتصادية وحجم التلوث عوامل محددة لاستخدام هذه العملية.

س - التسرب من الخزانات الأرضية

يتم تخزين العديد من المواد والمركبات الكيميائية بصورة عادية في كثير من المنشأت الصناعية والتجارية. وقد تتعرض هذه المخازن والأنابيب الموصلة لها إلى انهيارات منشأتها مما يسهل معه تسرب محتوياتها للمياه الجوفية المحيطة. ومن أكثر أنواع التسرب حدوثا هو تسرب الزيت والجازولين من الخزانات الحديدية الصدئة مثلا من محطات خدمة البترول. ونظرا الان الزيت لا يمتزج فيتسرب إلى داخل التربة متحركا إلى اسفل عبر طبقة التربة المسامية إلى ان يصل للخزان الجوفي. وينتشر الزيت في الخزان الجوفي مكونا طبقة فوق منسوب المياه ثم يتحرك عرضيا مع اتجاه دفق المياه الجوفية. ومن أساليب الوقاية من التسرب استعمال الالياف الزجاجية كمادة لخزانات المواد بدلاً من خزانات الحديد.



شكل 3 - 9 مخطط يبين التسرب من الخزانات والأنابيب الأرضية

ص - الحوادث والكوارث البيئية

تؤدي حوادث السيارات والقطارات والخزانات والمستودعات والصهاريج والأنابيب البترولية الطويلة والشاحنات المحملة بمواد نفطية او مواد خطرة او مواد قابلة للاشتعال إلى تلوث المياه الجوفية بالجازولين والزيت. وتغير هذه المواد من طعم ورائحة المياه حتي عند التركيزات القليلة. كما ان الجازولين يحتوي علي مواد مسرطنة مثل ثنائي بروم الايثيلين والبنزين. ومن الحوادث التي تسبب التلوث أيضاً هدر السوائل من الأنابيب والوصلات غير المحكمة وأثناء الترحيل والنقل والتسرب من الأنابيب والمحابس. . كما تؤثر الفيضانات والسيول الجارفة في حدوث تلوث للمياه الجوفية فمياه الفيضانات والسيول تجرف معها الملوثات العديدة من سطح الأرض وتنقلها بالتغلل والتسرب إلى المياه الجوفية.

ك - الزراعة

حيث يؤدي استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر أو الاستعمال المفرط للمياه، مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات في المياه الجوفية، بصفة خاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي العلمية.

تعتبر النترات من اهم ملوثات المياه الجوفية الناتجة عن عمليات الري والاستصلاح الزراعي بالأسمدة النتروجينية وذلك لعلاقة النترات بمرض زرقة الاطفال خاصة في التربة الرملية التي تسمح نفاذيتها بتسرب النترات إلى داخل الخزان الجوفي.

وتعتمد درجة التلوث الزراعي علي نوع وكمية الملوثات، وطبوغرافية المنطقة، ونوع وكمية المياه المستخدمة في الزراعة واسلوب الري. وتتكون الأسمدة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتقوم حبيبات التربة بامتزاز الفسفور والبوتاسيوم بسهولة، غير ان التربة والنبات يستخدمان مركبات النتروجين جزئيا ومن ثم فان

المركبات النتروجينية تعد من اكبر الملوثات الناتجة عن استخدام الأسمدة. وتستخدم محسنات التربة مثل الجير والجبس والكبريت للارضي المروية لتغير من خواص التربة الطبيعية والكيميائية. وربما وجدت هذه المواد طريقها للمياه الجوفية. وأيضاً قد تجد المبيدات طريقها للمياه وخاصة لان المبيدات غير قابلة للذوبان في الماء وبعضها يتم امتزازه بواسطة حبيبات التربة وبعضها الاخر يخضع للتحلل الحيوي طبقا لمكوناتها ومن ثم بقائها في التربة فترة ما مما يزيد من فرص تسرب جزءا منها للمياه الجوفية.

وعموما فان مبيدات الآفات، والمخصبات، ومبيدات الحشرات هي المصادر الزراعية الرئيسية لتلوث المياه الجوفية ومن أمثلة ذلك :

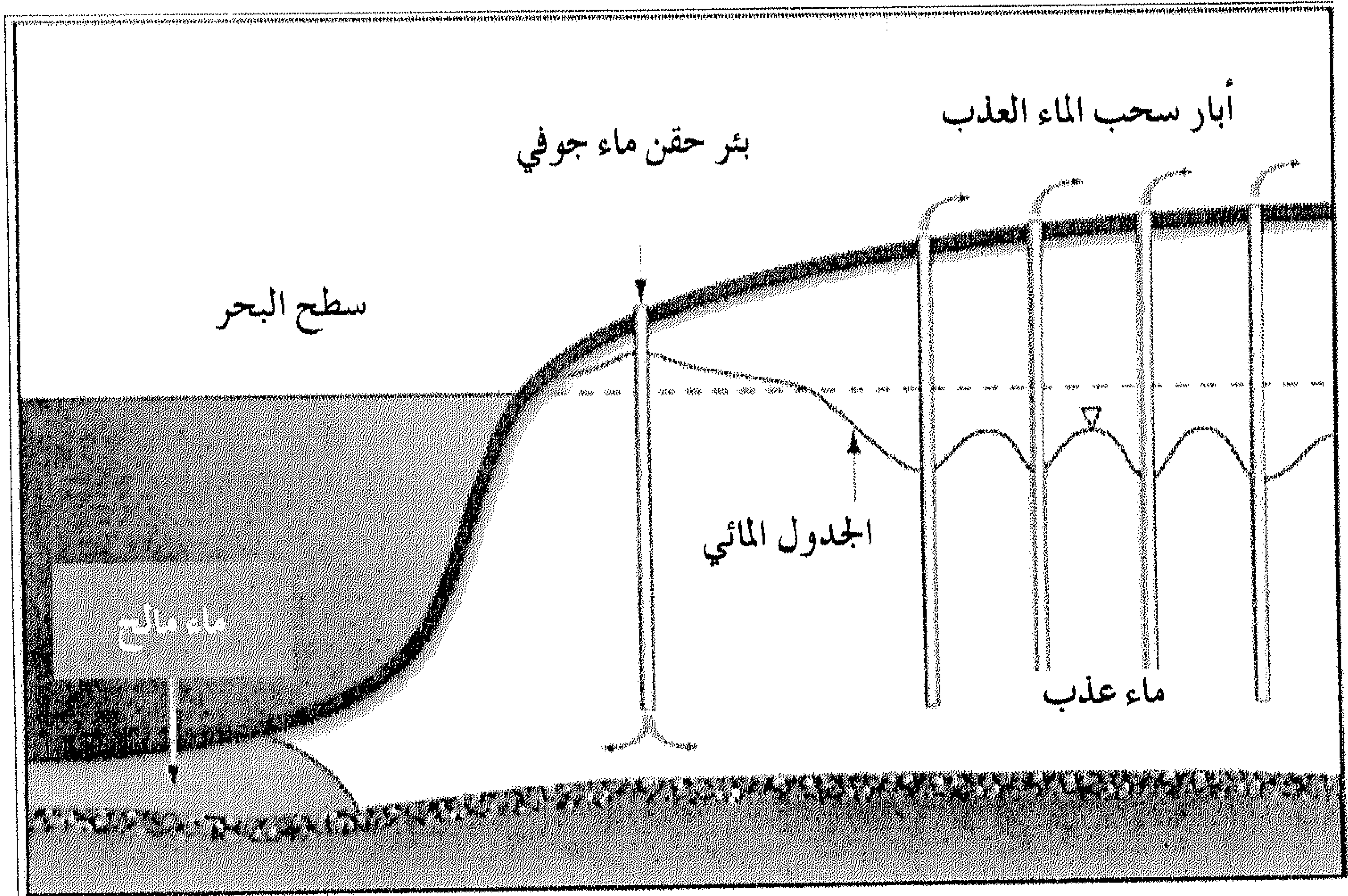
- تسرب المخصبات والمبيدات مباشرة إلى الأرض أثناء التعامل معها ومن ثم فان احتمالية تسربها إلى المياه الجوفية يتزايد.
- التسرب الناجم عن تحميل وغسل معدات رش المبيدات.
- التسرب الناجم عن تخزين الكيماويات الزراعية في مناطق مكشوفة دون حمايتها من الرياح و الأمطار.
- مزج ونشر المبيدات والمخصبات مع مياه الري يمكن أن يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية إذا كانت كمية هذه المواد الكيميائية أكبر من حاجة النبات.

كما يمكن للتعامل غير الرشيد مع الآلات والماكينات الزراعية أن يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية بالأصباغ (التي تحتوي على الرصاص والباريوم)، والبنزين وزيوت التشحيم التي تحتوي على مركبات عضوية طيارة، ووقود الديزل (الذي يحتوي على الباريوم)، وسوائل الشطف (التي تحتوي على بقايا المخصبات والمبيدات).

ل - تسرب المياه المالحة

تتجلي المشاكل الناجمة عن تسرب المياه المالحة في المناطق الساحلية، عندما يتم الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية بصورة اكبر للإصلاح الزراعي أو للاستخدام في نمو وتزيين المدن، وزيادة السكان وازدهار الصناعة.

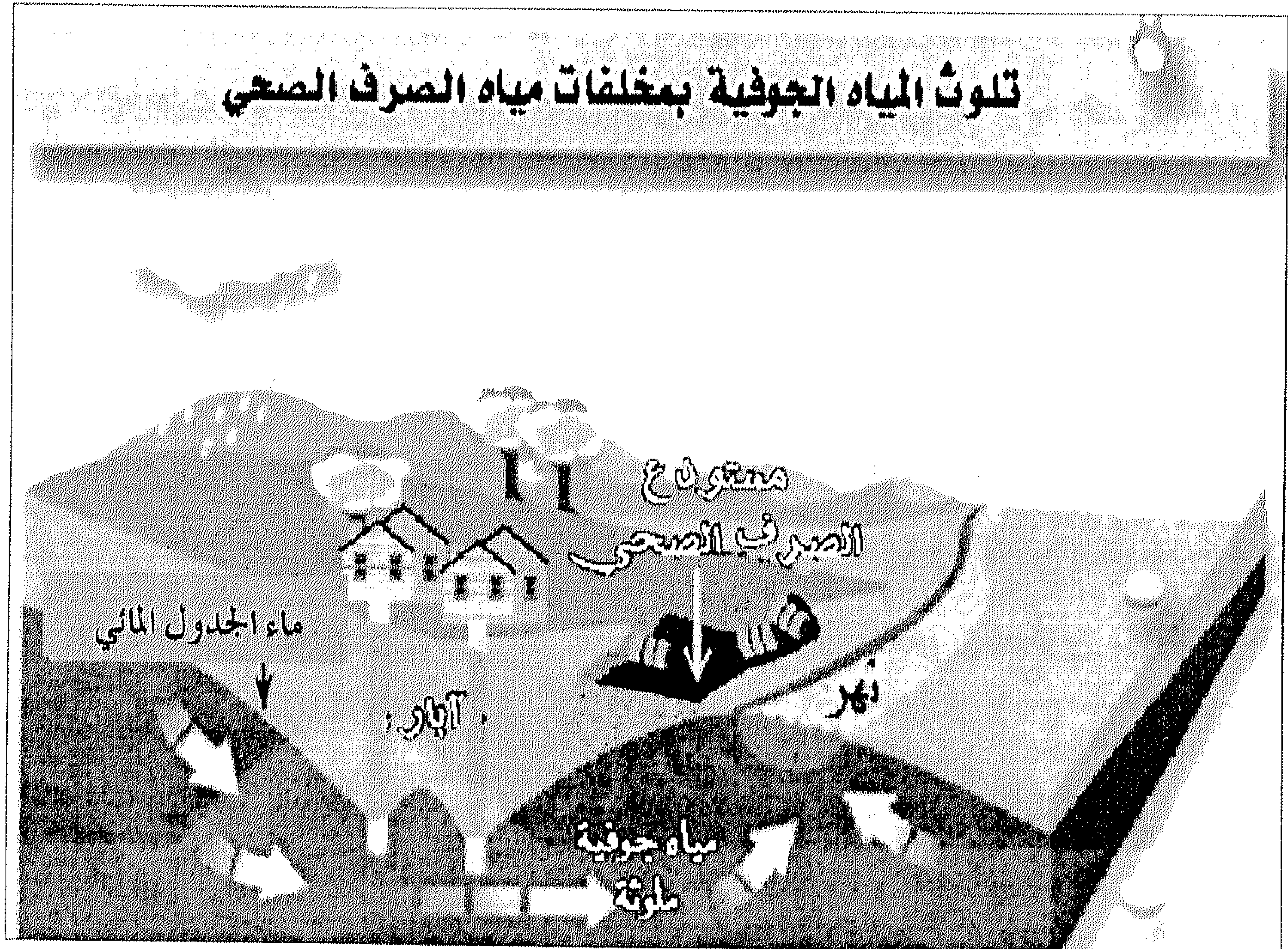
وينقص معدل تغذية المياه الجوفية لهذه المناطق بسبب زيادة السحب من المياه الجوفية وزيادة الطرق ورصف الشوارع، وزحف المناطق العمرانية الشئ الذي يؤدي لهبوط منسوب المياه الجوفية مما يؤدي إلى تسرب المياه المالحة من البحر في اتجاه الطبقات الحاملة واختلاطها بالمياه العذبة. ونتيجة لذلك تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أو الزراعة. وبما أن المياه العذبة اخف من المياه المالحة فإنها تطفو علي طبقة المياه المالحة، ويتغير الاتزان الأصلي عندما يتم ضخ الخزان الجوفي و تداخل المياه المالحة محل المياه العذبة. والشكل التالي يبين تداخل الماء المالح علي الماء الجوفي. ويمكن تخفيف حدة ودرجة تسرب المياه المالحة نتيجة تداخل ماء البحر مع مياه الآبار الجوفية العذبة عن طريق شحن المخزون الجوفي بماء عذب أو ماء معالج غير مالح من خلال آبار شحن وحقن الماء.



شكل 3 - 10 يبين تداخل الماء المالح علي الماء الجوفي

م - تسرب مياه الصرف الصحي(مياه المجاري)

عند تصميم شبكة خطوط مياه الصرف الصحي يراعي عدم تسرب المياه منها. غير أن التسرب يحدث من خطوط المجاري القديمة أو المعطوبة أو من جراء الكسر والتهشم بفعل الحوادث أو الأحمال الثقيلة أو الأنزلاقات الأرضية أو الزلازل أو فقدان دعامة الأساس. وربما أدي التسرب من المجاري إلى رفع نسبة الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والنترات والمواد العضوية وربما زادت إعداد البكتريا المرضة في المياه الجوفية. وفي المناطق المكدسة بالصناعات ربما رفع التسرب من شبكات المجاري تركيز العناصر الثقيلة مثل الكادميوم والزئبق والرصاص والكروم والكوبالت والحديد والمنجنيز طبقا لنوع الصناعات السائدة بالمنطقة.



صورة تبين التلوث الجوفي والسطحي بمخلفات الصرف الصحي

ن - الفضلات الحيوانية

تتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في مناطق الإنتاج الحيواني لصناعة الألبان واللحوم . وبازدياد إعداد الحيوانات تفقد التربة المحيطة قدرتها علي الامتصاص وتتشبع بسوائل ومواد الروث. ثم تقوم مياه الأمطار بحمل الملوثات وربما اوصلتها للمياه الجوفية ومن هذه الملوثات الاحمال العضوية العالية والمركبات النتروجينية والبكتريا والكائنات والطفيليات الممرضة.

و - استخدام آبار الحقن

وهي آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، في الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه المالحة. إلاّ أنه قد ينتج عن ذلك تسرب هذه النفايات إلى الطبقات العليا الحاملة للمياه العذبة عن طريق الأنابيب عبر المحكمة، أو عن طريق سريانها في اتجاه الطبقات الحاملة للمياه العذبة، عن طريق التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

ي - التخلص السطحي من المخلفات والنفايات

تلوث المياه الجوفية قد يحدث نتيجة التخلص السطحي من النفايات، ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية في برك تخزين سطحية. وعلى سبيل المثال، فإنه يتم التخلص من حوالي 400 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً، عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية.

وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة، حيث يشكل نحو 10% من هذه النفايات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة.

3 - 4. المصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب

Main Sources of Drinking Water Pollution

الخطر الأول ي من استهلاك الماء الغير معالج هو انتقال الأمراض من خلال الكائنات المرضة الموجودة بالماء إلى الإنسان، والكائنات المرضة الموجودة داخل البيئات المائية يمكن ان تتواجد بصورة طبيعية أو يكون مصدرها مخلفات الإنسان ومخرجات أنشطته المختلفة أو مخلفات حيوانات ذات الدم الحار. وللتأكد من خلو الماء من الكائنات الحية الدقيقة والعوامل المرضة لابد من معالجة الماء وتنقيته لإزالة هذه الكائنات فخلال مئات السنين اعتاد الناس علي معالجة الماء الذي يشربونه بطرق مختلفة لإزالة جسيمات المواد الصلبة ولتقليل الخطر الصحي للماء الغير معالج ولتحسين المذاق والطعم والرائحة واللون وتحسين مظهر الماء.

ويبين الجدول التالي جدول 7 – 1 المصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب.

جدول3 – 1

المصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب

مكان التلوث	الأسباب
تلوث الماء الخام	– نتيجة التركيب الجيولوجية الطبيعية. – استخدام الأراضي. – التلوث من البيئة المحيطة بمصدر الماء. – الأنشطة الطبيعية والصناعية.
التلوث أثناء المعالجة	–نقص في كفاءة وحدات المعالجة. – الكيماويات المضافة لترويق الماء. – الكيماويات المضافة لحماية المستهلك.
التلوث أثناء التخزين	– تلوث خزانات ومستودعات تخزين الماء المعالج نتيجة الشروخ والتصدعات ودخول شوائب ومواد غريبة وحشرات وقوارض.

الأسباب	مكان التلوث
– تلوث من مادة أنبوب التوزيع – التلوث داخل الأنابيب بالكائنات الدقيقة – كسر في خطوط الأنابيب واختلاط الماء بماء الصرف	التلوث أثناء التوزيع
– مادة أنابيب المنزل أو خزانات المنزل – صدأ وتهالك الشبكة الداخلية	التلوث داخل المنزل

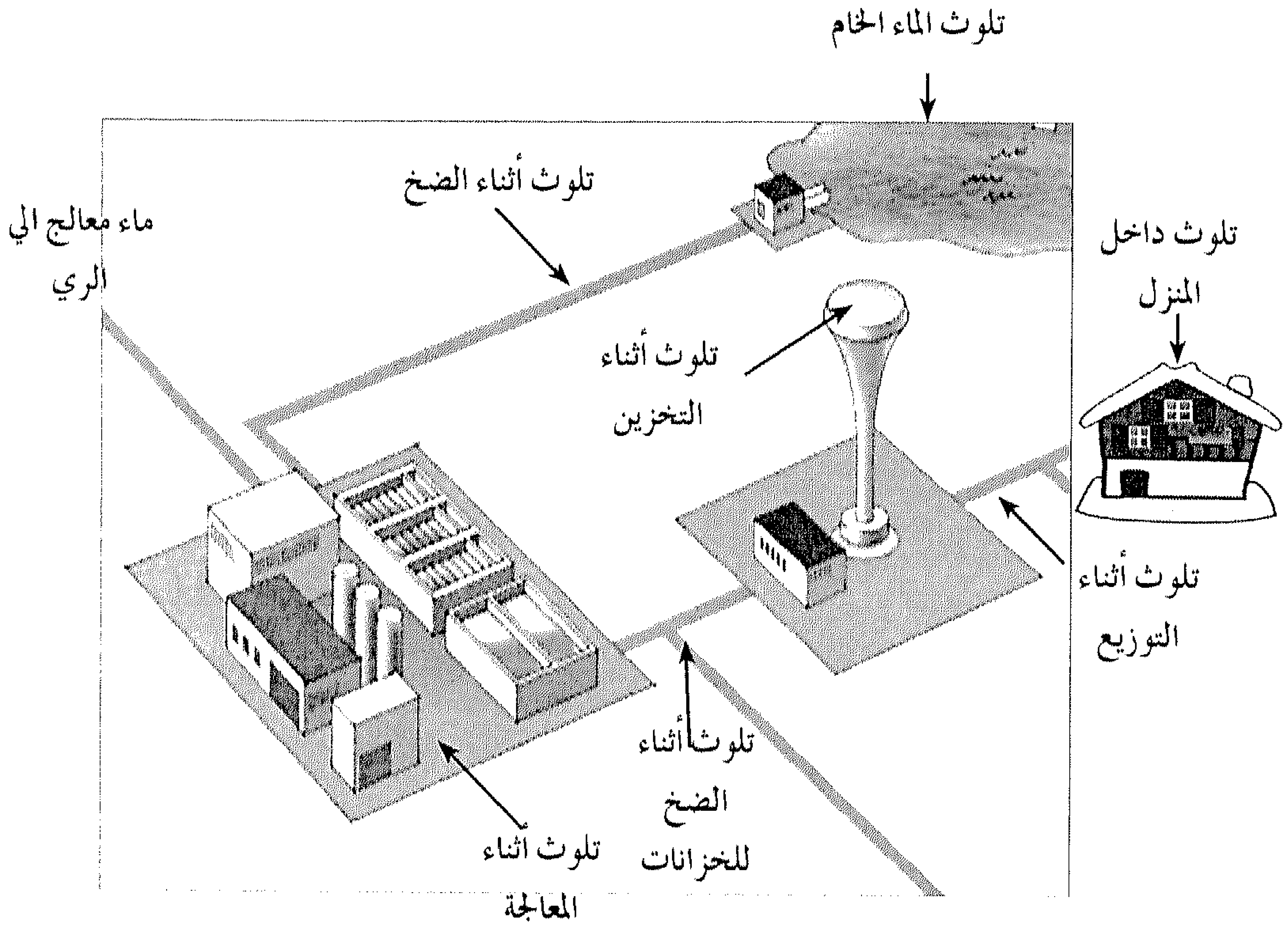
المصدر :

Drinking Water Quality problems and solutions. N. F. Gray University of Dublin.2008

من الجدول السابق يتبين ان المصادر الرئيسية لتلويث مياه الشرب هي الآتية:

- تلوث مصدر الماء الخام.
- تلوث في أحواض التجميع .
- التلوث أثناء المعالجة والتنقية.
- التلوث أثناء تخزين الماء المعالج .
- التلوث أثناء توزيع الماء في الشبكات.
- التلوث داخل أماكن الاستهلاك.

التلوث المائي والملوثات المائية



ا - تلوث مصدر الماء الخام

المقصود بالماء الخام هو مصدر إمداد المياه إي مصدر مياه الشرب ، وهو المصدر الذي سوف تجري عليه عمليات التنقية والمعالجة ليصبح صالحا للاستخدام .

العوامل المؤثرة علي جودة الماء الخام .

تتأثر جودة الماء الخام عمومًا لنوعين من العوامل :

- عوامل طبيعية .
- عوامل مردها الاستخدام البشري .

1) العوامل الطبيعية

تتمثل أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر علي نوعية وجودة المياه الخام في الآتي:

- الحياة البرية.
- المناخ.
- النباتات.
- الجيولوجيا.
- الطبوغرافيا .

2) العوامل البشرية

تتمثل اهم العوامل البشرية التي تؤثر علي نوعية وجودة المياه الخام في الآتي:

- طبيعة استخدامات الأراضي .
- طبيعة وكثافة النشاط الزراعي.
- طبيعة وكثافة النشاط الصناعي.
- كيفية التخلص من الفضلات السائلة والصلبة.
- سلوكيات السكان تجاه البيئة .

وتعد المصادر الآتية هي المصادر الرئيسية لتلوث الماء الخام.

- التلوث نتيجة التركيب الجيولوجية الطبيعية.
- التلوث نتيجة استخدام الأراضي الغير سليم .
- التلوث من البيئة المحيطة بمصدر الماء.
- التلوث نتيجة الأنشطة الطبيعية والصناعية.

ب - التلوث في أحواض التجميع

أحواض التجميع هي أحواض تستخدم لتجميع وتخزين الماء بها تمهيدا لمعالجته ضمانا لثبات تدفق الماء الداخل إلى وحدات المعالجة والتنقية، وتعد مصادر تلوث الماء الخام هي نفسها مصادر تلوث الماء في أحواض التجميع يضاف إليها خطر التلوث بالطحالب والسموم والترسبات نتيجة لتخزين المياه غير المعالجة مدة أطول من اللازم.

ج - التلوث أثناء المعالجة والتنقية

المقصود بالتلوث أثناء المعالجة والتنقية هو تلوث الماء منذ بدء دخوله محطة التنقية والمعالجة حتي نقطة خروجه منها أي التلوث أثناء عمليات المعالجة والتنقية، فعمليات المعالجة تتضمن مرور الماء علي وحدات فيزيائية وكيميائية لإزالة كثير من الشوائب والملوثات منه وأثناء تلك العمليات قد يحدث تلوث وتغير في خصائص الماء. ويعزي تلوث الماء أثناء المعالجة غالبا إلى الأسباب الآتية:

- نقص في كفاءة وحدات المعالجة نظرا لعيوب التصميم غير الجيد .
- حدوث مشاكل تشغيلية مثل انسداد المرشحات الرملية أو السماكة غير الكافية لمادة المرشح.
- خلل في إمدادات الطاقة لمحطة المعالجة مما يؤدي إلى المعالجة المتقطعة وتوقف وانعدام التطهير.
- استخدام كيماويات معالجة غير سليمة غير متوافق عليها أو استخدام كيماويات معالجة ملوثة .
- زيادة في جرعات الكيماويات المضافة لترويق الماء
- زيادة في جرعات الكيماويات المضافة لحماية المستهلك.
- نقص في جرعات الكيماويات المستخدمة في التطهير مما يؤدي إلى فشل المعالجة وتراكم الملوثات والمرضات داخل الماء.

- تولد نواتج جانبية ضارة كالنواتج الثانوية للتطهير بالكلور.
- حدوث فيضانات مدمرة مما يؤدي لتلوث الماء داخل محطات المعالجة وتدمير وحدات المعالجة والتنقية.
- حدوث حرائق وانفجارات مما يؤدي لتلوث الماء داخل محطات المعالجة وتدمير وحدات المعالجة والتنقية.

الأخطار المؤثرة علي أداء عملية معالجة مياه الشرب

من الأمثلة على الأخطار والحوادث المنطوية على خطر، التي يمكن أن تؤثر على أداء عملية معالجة مياه الشرب، ما يلي:

- حدوث تغيرات في الدفق بما يتجاوز حدود التصميم.
- عدم ملاءمة أو عدم كفاية عمليات المعالجة، بما فيها التطهير.
- عدم كفاية الدعم (البنية الأساسية، الموارد البشرية).
- قصور مراقبة العمليات وسوء أدائها وظيفتها أو ضعف موثوقية المعدات.
- استخدام كيماويات ومواد غير معتمدة أو ملوثة في معالجة المياه.
- حدوث أخطاء في تحديد الجرعات الكيميائية.
- عدم كفاية المزج.
- قصور نظم الإنذار ومعدات الرصد.
- قصور القوة المحركة.
- التلوث العرضي أو العمد.
- الكوارث الطبيعية.
- تكون النواتج الثانوية للتطهير.
- التوصيلات المتقاطعة للمياه الملوثة/ مياه النفايات، وقصور القوة الداخلي.

د - التلوث أثناء تخزين الماء المعالج

قد يحدث تلوث للماء المعالج أثناء تخزينه في مستودعات التخزين كالخزانات الأرضية والعلوية التي تصنع غالبا من الخراسانة أو البلاستيك أو الفيبرجلاس أو الحديد.

وغالبا يحدث تلوث للخزانات العامة والمنزلية نتيجة لأحد الأسباب التالية :

- المياه التي تغذي الخزان ملوثة سواء كانت من الشبكة العامة أو عن طريق الوايتات.
- وجود شقوق وشروخ بجدران الخزان أدت إلى رشح مياه أو مياه الصرف الصحي (البيارات) إلى داخل الخزان.
- عدم وجود غطاء للخزان أو وجود غطاء مع عدم إحكام الغلق أو وجود فتحات بالمنطقة المحيطة بالغطاء مما نتج عنه دخول حشرات أو قوارض أو قاذورات أو مياه ملوثة إلى داخل الخزان.
- تدمير الخزانات بالتخريب المتعمد أو نتيجة الإهمال أو نتيجة لحدوث فيضانات أو زلازل.

هـ - التلوث أثناء توزيع الماء في الشبكات

يتم توزيع الماء المنقي الصالح للاستخدام علي المستهلكين من خلال شبكات توزيع ، وقد يحدث تلوث للماء أثناء توزيعه في الشبكات. ويتمثل التلوث أثناء توزيع الماء علي المستهلكين علي النقاط الآتية:

- تلوث من مادة أنبوب التوزيع.
- التلوث داخل الأنابيب بالكائنات الدقيقة.
- استخدام أنابيب غير مطابقة للمواصفات القياسية مما يؤدي لتلفها سريعا ودخول الملوثات إليها من التربة المحيطة.

- انفجار الأنبوب الرئيسي ودخول الملوثات إلى شبكة التوزيع.
- كسر في خطوط الأنابيب واختلاط الماء بماء الصرف.
- عندما تدخل إليها المياه الملوثة الموجودة في مادة الطبقة تحت السطحية وخصوصًا بالقرب من البالوعات المحيطة بشبكة التوزيع بسبب انخفاض ضغط المواسير الداخلي أو بتأثير «موجة ضغط» في الشبكة (تسرب/ دخول).
- عندما تسحب المياه الملوثة إلى داخل شبكة التوزيع أو صهاريج الخزن عن طريق دفق خلفي ناتج عن انخفاض في ضغط المواسير وارتباط مادي بين المياه الملوثة ونظام التخزين أو التوزيع.
- عن طريق خزانات وقنوات خزن الماء المعالج، المفتوحة أو غير الآمنة، المعرضة للجريان السطحي من الأراضي ولاجتذاب الحيوانات والطيور المائية بوصفها مصادر للتلوث البرازي، والتي قد لا تكون آمنة من العبث والتخريب.
- من خلال تفجر المواسير عند تصليح أو استبدال الوصلات الرئيسية الموجودة أو عند تركيب الوصلات الرئيسية، والذي يمكن أن يؤدي إلى دخول أتربة أو أنقاض ملوثة في الشبكة.
- حدوث خلل في صمامات الفتح/ الإغلاق مما يؤثر علي التدفق العكسي، أو المتغير الذي يحرك الرواسب ويسبب دخول المياه الراكدة.
- استخدام مواد تطهير غير الموافق عليها مما يؤدي إلى نقص كفاءة التطهير وتلوث شبكات التوزيع بالميكروبات ونمو الكائنات الدقيقة داخلها.
- عن طريق حدوث خطأ بشري يؤدي إلى وصل مواسير مياه النفايات أو مياه السيول بشبكة التوزيع أو من خلال وصلات غير قانونية أو غير مأذون بها.

- o عن طريق تسرب المواد الكيميائية أو المعادن الثقيلة من مواد مثل المواسير، واللحامات/ مركبات الحشو، والصنابير والمواد الكيميائية المستخدمة في تنظيف وتطهير شبكات التوزيع.
- o عندما ينتشر البترول أو الزيت داخل المواسير البلاستيكية.

فإذا كانت المياه الملوثة تحتو ي على عوامل ممرضة أو مواد كيميائية خطرة، فمن المرجح أن يتعرض لها المستهلكون في كل حالة.

وحتى حيثما تستخدم مخلفات المواد المطهرة للحد من وجود الميكروبات، فإنها قد لا تكون كافية للتغلب على التلوث أو قد لا تكون فعالة في التصدي لبعض أو جميع أنواع العوامل الممرضة التي دخلت. ونتيجة لذلك يمكن أن تحدث العوامل الممرضة بتركيزات قد تؤدي إلى الإصابة والمرض.

و - التلوث داخل أماكن الاستهلاك

يتمثل التلوث داخل أماكن الاستهلاك كالمنازل والفنادق والمتاجر والمدارس والمستشفيات في تلوث الشبكة الداخلية لهذه الأماكن عن طريق وصول الملوثات إليها من خارجها أو من ماء الشرب الملوث نفسه، فالمواسير الحديدية المتهالكة والصدئة والصنابير التالفة تعد مكانا خصبا لنمو البكتريا والفطريات داخلها وتزيد من فرص دخول الملوثات إليها عبر الشقوق. كما إن استخدام أنابيب الرصاص في الشبكات الداخلية يؤدي إلى تلوث الماء بمادة الرصاص. كما تعد الفلاتر المنزلية الغير جيدة والغير متحكم بها جيدا من حيث إجراءات تنظيف وتغيير وحدات حجز الترشيح (الشمعات) مصدرا من مصادر تلوث الماء النهائي.

4

الفصل الرابع

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربيولوجية

الفصل الرابع

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربيولوجية

4. مقدمة Introduction

يعد الحصول على مياه الشرب المأمونة الصحية ضرورة لا غنى عنها للصحة وحقًا أساسيًا من حقوق الإنسان ومكونًا من مكونات أي سياسة ناجحة لحماية الصحة. وتشكل الأمراض المرتبطة بتلوث مياه الشرب عبئًا ضخمًا على صحة البشر. والتدخلات الرامية إلى تحسين نوعية مياه الشرب تعود بمنافع صحية هامة.

فمياه الشرب المأمونة، كما جاءت أوصافها في دلائل الجودة بمنظمة الصحة العالمية، لا تنطوي على أي مخاطر ذات بال على الصحة بسبب استهلاكها مدى الحياة، مع مراعاة ما قد تنطوي عليه مراحل الحياة من حساسيات مختلفة. وأولئك الذين يتعرضون لأكبر مخاطر المرض المنقول بالماء هم الولدان وصغار الأطفال والأفراد الذين يصيب الوهن أجسامهم أو أولئك الذين يعيشون في ظل ظروف غير صحية، والمسنون. ومياه الشرب المأمونة صالحة لجميع الأغراض المنزلية والمعتادة، بما فيها النظافة الشخصية والاستحمام. وتنطبق دلائل جودة مياه الشرب على المياه التي تقدم في عبوات وعلى الثلج المعد للاستهلاك البشري. بيد أن الأمر قد يتطلب مياهًا أجود لبعض الأغراض الخاصة، مثل غسيل الكلى وتنظيف العدسات اللاصقة، أو بعض الأغراض الخاصة في إنتاج الأغذية والاستخدامات الصيدلانية. وقد يحتاج من يعانون نقصًا حادًا في المناعة إلى اتخاذ تدابير إضافية، مثل غلي مياه الشرب بسبب حساسيتهم لكائنات ليس من شأنها أن تثير مخاوف في الظروف الطبيعية، حيث يتعرضون لها من خلال مياه الشرب. وقد لا تكون دلائل جودة مياه الشرب ملائمة لحماية الأحياء المائية أو لبعض الصناعات المرتبطة بنوعيات معينة من المياه.

والقصد من دلائل الجودة هذه هو وضع وتنفيذ استراتيجيات لإدارة المخاطر تكفل مأمونية وسلامة إمدادات مياه الشرب عن طريق التحكم في مكونات الماء المنطوية على مخاطر

4 - 1. دلائل جودة مياه الشرب

Indicators of Drinking Water Quality

والقصد من دلائل الجودة هذه هو وضع وتنفيذ استراتيجيات لإدارة المخاطر تكفل مأمونية إمدادات مياه الشرب عن طريق التحكم في مكونات الماء المنطوية على مخاطر.

ويمكن أن تشمل هذه الاستراتيجيات معايير وطنية أو إقليمية تعد انطلاقاً من الأساس العلمي الذي توفره دلائل جودة مياه الشرب. فهي تبين الحد الأدنى المعقول من متطلبات الممارسة المأمونة لحماية صحة المستهلكين و/أو لتحديد «قيم عددية يسترشد بها» بالنسبة لمكونات الماء أو مؤشرات لجودة المياه. ويفضل لرسم حدود ملزمة، النظر إلى دلائل الجودة في سياق الظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية المحلية أو الوطنية.

وتنطبق دلائل جودة مياه الشرب على نظم مياه الشرب المنقولة بالأنابيب في المدن الكبيرة والمجتمعات الصغيرة وعلى نظم مياه الشرب غير المنقولة بالأنابيب في المجتمعات المحلية و البيوت المنفردة. وهي تنطبق أيضًا على طائفة من الظروف الخاصة، تشمل المباني الضخمة والمسافرين ووسائل النقل المختلفة.

وُتعزى الغالبية الكبرى من المشاكل الصحية الجلية المرتبطة بالمياه إلى تلوث ميكروبي (بالبكتيريا أو الفيروسات أو الأوليات أو الكائنات الأخرى) ومع ذلك فإن عددًا لا يستهان به من المشكلات الصحية الوخيمة، قد يحدث نتيجة تلوث المياه بالمواد الكيميائية.

4 - 2. المواصفات العالمية لمياه الشرب

Drinking Water Standards

تحدد مواصفات مياه الشرب عموما الحد الأقصى المسموح به للمواد الضارة من أملاح ومعادن ثقيلة ومركبات كيميائية ومواد سامة في ماء الشرب طبقاً لمواصفات الهيئات العالمية(ملجرام / لتر)

جدول 4 – 1

المواصفات العالمية لمياه الشرب

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
اللون TCU	15	20	15	15	–
المواد الصلبة الذائبة	1000	–	500	500	–
المواد الصلبة المعلقة	–	–	–	–	–
العكارة NTU	5	4	5	1 – 5	–
الأس الهيدروجيني PH	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	–
الأكجسين المذاب	–	–	–	–	4
عسر الماء	500	–	–	–	–
نيتروجين نشادرى (امونيا)	–	–	–	–	2
الأمونيوم	–	0.5	–	–	2
نترات معين بالنيتروجين	10	–	10	10	–
النترات،	–	50	–	–	10
نتريت معين بالنيتروجين	–	–	1	–	1
النتريت	–	0.1	–	–	1
الفوسفور P	–	5	–	–	–

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
الصوديوم Na	200	175 – 150	–	–	–
الكوريد Cl	250	25	250	250	250
كبريتات SO_4	400	25	500	250	500
كبريتيد S	–	–	0.05	–	–
فلوريد F	1.5	[5](0.7) – 1.5	1.5	2	1.5
بورون B	–	1	5	–	–
سيانيد CN	0.1	–	0.2	–	0.1
الومنيوم Al	0.2	0.2	–	–	–
ارسنك AS	0.05	0.05	0.05	0.05	–
باريوم Ba	–	0.1	1	1	–
كادميوم Cd	0.005	0.005	0.005	0.01	0.001
كروميوم Cr	0.05	0.005	0.05	0.05	–
كوبلت Co	–	–	–	–	0.1
نحاس Cu	1	1(0.1)	1	1	1
حديد Fe	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
رصاص Pb	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
منجنيز Mn	0.1	0.05	0.05	0.05	–
زئبق Hg	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0005
نيكل Ni	–	0.05	–	–	–
سلينيوم Se	0.01	0.01	0.01	0.01	–
زنك Zn	5	(3) – 0.1	5	5	1
Oil & Petroleum Products	–	0.01	–	–	0.3
Total Pesticides	–	0.5	0.1	–	–

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
Individual Pesticides	-	0.1	-	-	-
Aldrin & Diel-drin	0.03	-	0.7	-	-
DDT	1	-	30	-	-
Lindane	3	-	4	0.4	-
Methoxychlor	30	-	100	100	-
Benzene	10	-	-	5	-
Hexachloroben-zene	0.01	-	-	-	-
Pentachloroph-enol	10	-	-	-	-
Phenols	-	0.5	2	-	1
Detergents	-	0.2	-	-	0.5

المصدر : www.almyah.com

4 - 3 . الجوانب الميكروبية لصحة مياه الشرب

Microbial Aspects of Drinking Water Health

يرتكز الحفاظ على سلامة إمدادات مياه الشرب من الميكروبات على فرض حواجز متعددة، من مستجمعات الأمطار وصولا إلى المستهلك، للحيلولة دون تلوث مياه الشرب أو خفض التلوث إلى مستويات لا تلحق الأذى بالصحة. ويمكن زيادة المأمونية والسلامة إذا أقيمت حواجز متعددة، بما في ذلك حماية موارد المياه، والاختيار والتنفيذ الملائمان لسلسلة من تدابير المعالجة وإدارة شبكات التوزيع (عن طريق الأنابيب أو غيرها) للإبقاء على جودة المياه المعالجة وحمايتها.

والاستراتيجية المفضلة هي أسلوب إدارة يركز في المقام الأول على الحيلولة دون دخول مسببات المرض إلى مصادر المياه أو الحد منه، مع خفض الاعتماد على عمليات المعالجة للقضاء على مسببات المرض. فإن العواقب الصحية المحتملة الناجمة عن التلوث الميكروبي من الفداحة بمكان بحيث يجب أن تكون مكافحته على قدر كبير من الأهمية ولا يجب التهاون فيها. فمكافحة التلوث الميكروبي عن طريق منعه من الوصول لمصدر الماء يكون أكثر نجاحا ويقلل من التكلفة الكبيرة اللازمة لمعالجة وتنقية الماء الملوث ميكروبيا كما يقول المثل الشهير الوقاية خير من العلاج.

وبشكل عام ترتبط أشد المخاطر الميكروبية، بشرب مياه ملوثة ببراز بشري أو حيواني (وخاصة ذرق الطيور). إذ يمكن أن يكون البراز مصدرًا لبكتريا وفيروسات وأوليات طفيلية وديدان مسببة للأمراض.

فمسببات الأمراض التي يكون البراز مصدرها هي الجوانب الرئيسية التي تؤخذ في الحسبان في تحديد الأهداف المرتبطة بالصحة من أجل ضمان المأمونية الميكروبية. ونوعية المياه الميكروبية غالبًا ما تتغير بسرعة وبنسب كبيرة. ويمكن للذروات القصيرة الأجل أن تعمل علي تركز مسببات الأمراض، وأن تزيد من خطورة المرض بدرجة هائلة ويمكن أن تطلق العنان لتفشي المرض المحمول بالمياه. وعلاوة على ذلك فإن الكثير من الناس قد يتعرضون للتلوث بالميكروبات قبل إمكانية اكتشافه. ولا يمكن لهذه الأسباب، الركون فقط إلى اختبار الناتج النهائي، حتى ولو تم إجراء التحليل مرارًا وتكرارًا لضمان سلامة مياه الشرب من الميكروبات.

وينبغي إيلاء اهتمام خاص لوضع إطار لمأمونية وسلامة المياه وتنفيذ خطط شاملة لها من أجل ضمان مأمونيتها بصورة مطردة والعمل بذلك على حماية الصحة العمومية ويتطلب تدبير مأمونية مياه الشرب من الميكروبات ما يلي:

1 – تقييم على نطاق الشبكة كلها لتحديد المخاطر المحتملة التي يمكن أن تؤثر على الشبكة.

2 – تحديد تدابير المراقبة اللازمة للحد من المخاطر أو لاستبعادها.

3 – رصد التشغيل لضمان عمل الحواجز داخل الشبكة بكفاءة.

4 – وضع خطط للإدارة لبيان التدابير التي تتخذ في الظروف العادية أو عند وقوع حادث ما.

وهذه هي المكونات الأربعة لخطة مأمونية المياه.

وقد يعترض القصور عن ضمان مأمونية مياه الشرب المجتمع لتفشي الأمراض المعوية والأمراض المعدية الأخرى. ويجب بصفة خاصة تجنب فاشيات الأمراض المحمولة بالماء نظرًا لقدرتها على إصابة عدد كبير من الأشخاص وربما نسبة عالية من المجتمع في آن واحد.

وإضافة إلى مسببات الأمراض المحمولة بالبراز، يمكن أن يكون لمخاطر ميكروبية أخرى مثل دودة غينيا [التنينة المدينية]، والبكتيريا السيانوية السامة والليجيونيلا تأثير مهم على الصحة العمومية في ظروف معينة.

ويمكن أن تنتقل المراحل الخمجية لكثير من الديدان، مثل الديدان المسودة والديدان المسطحة الطفيلية إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب. ونظرًا لأنه يمكن ليرقة بالغة واحدة أو لبويضة مخصبة أن تسبب العدوى، ينبغي أن تكون المياه خالية منها. ومع ذلك فإن الطريق المائي غير مهم نسبيًا لعدوى الديدان، إلا في حالة دودة غينيا.

وتوجد بكتيريا الفيلقية في كل مكان في البيئة. ويمكن لها أن تتكاثر في درجات الحرارة المرتفعة التي تتعرض لها أحيانًا شبكات توزيع مياه الشرب المنقولة في الأنابيب، وبشكل أكثر شيوعًا في شبكات توزيع المياه الساخنة والدافئة. ويحدث التعرض للفيلقية من مياه الشرب عن طريق الاستنشاق ويمكن مكافحته من خلال تنفيذ التدابير الأساسية لضمان جودة المياه في المباني والاحتفاظ بمتبقيات من مواد التطهير في كل شبكة التوزيع بالأنابيب.

وترتبط مشكلات الصحة العمومية المتعلقة بالبكتيريا السيانوية بقدرة هذه البكتيريا على إنتاج مجموعة متنوعة من السموم« تعرف» بالسموم السيانوية». والبكتيريا السيانوية، خلافًا للبكتيريا المسببة للمرض، لا تتكاثر داخل جسم الإنسان بعد امتصاصها؛ فهي تتكاثر فقط في الوسط المائي قبل دخولها الجسم. وبينما تحتوي الببتيدات السامة (مثل الكريات الحمراء) عادة داخل الخلايا ويمكن من ثم التخلص منها إلى حد بعيد بالترشيح، نجد أن بعض المواد السامة مثل توكسينات الأعصاب تطلق أيضًا في الماء وقد تخترق شبكات الترشيح. وتنمو بعض الكائنات الحية الدقيقة كطبقات أحيائية على السطوح الملامسة للماء.

ولا تسبب معظم هذه الكائنات فيما عدا البعض منها كالبكتريا المرض للأشخاص الأصحاء، ولكنها يمكن أن تسبب بعض الإزعاجات كإعطاء طعم وروائح لإمدادات مياه الشرب أو تغيير لونها. وكثيراً ما يشار إلى نموها عقب معالجة مياه الشرب بعودة النمو البكتيري. «وهو ينعكس عادة، في تزايد إعداد الصفائح غير ذاتية التغذية في عينات الماء. ويحدث ارتفاع إعداد الصفائح غير ذاتية التغذية بوجه خاص في الأجزاء الراكدة من شبكات التوزيع بالأنابيب وفي التجهيزات الإصحاحية وفي بعض المياه المعبأة في زجاجات وفي الأجهزة الملحقة بالمواسير من مزيلات عسر الماء ومرشحات الكربون وماكينات البيع».

ولئن كان الماء مصدرًا مهمًا جدًا للكائنات الحية المعدية، فإن الكثير من الأمراض التي يمكن أن تنقل بالماء يمكن أيضًا أن تنقل بطرق أخرى، منها التلامس بين الأفراد وقطيرات الماء ورذاذ الإيرسول وابتلاع الطعام. وبحسب الظروف وفي غياب مسببات الأمراض المحمولة بالماء، يمكن أن تكون هذه الطرق أهم تأثيرًا من النقل بطريق الماء.

4 - 3 - 1. التطهير كأحد طرق مكافحة التلوث الحيوي للماء

والتطهير عبارة عن حاجز فعال ضد كثير من مسببات المرض وخاصة البكتريا أثناء معالجة مياه الشرب، وينبغي اللجوء إليه لمعالجة المياه السطحية والمياه الجوفية المعرضة للتلوث البرازي. وتستخدم متبقيات مواد التطهير كتدبير وقائي جزئي ضد التلوث المنخفض المستوى والتكاثير البكتيري داخل شبكات التوزيع.

ومن شأن التطهير الكيميائي لإمدادات مياه الشرب الملوثة بالبراز أن يحد من الخطر الإجمالي المحتمل لحدوث المرض ولكنه قد لا يؤدي بالضرورة إلى جعل مياه الشرب مأمونة. فلتطهير مياه الشرب بالكلور مثلا حدود في مواجهة العوامل المرضة مثل حويصلات الأوليات الطفيلية أو البكتريا المنتجة للابواغ وبعض الفيروسات.

كما قد تكون فعالية التطهير غير مرضية في مواجهة العوامل المرضة التي تكون داخل ندف أو جسيمات تحميها من تأثير المادة المطهرة فالمستويات العالية من العكارة يمكن أن تحمي الكائنات الحية الدقيقة من تأثيرات التطهير، وأن تحفز نمو البكتيريا وتؤدي إلى زيادة الطلب على الكلور. وتتضمن أي استراتيجية لإدارة ناجعة متكاملة إقامة حواجز متعددة، بما في ذلك حماية منابع المياه وعمليات المعالجة الملائمة، وكذلك الحماية أثناء التخزن والتوزيع باستخدام التطهير لمنع أو إزالة التلوث الميكروبي.

وعادة ما يؤدي استخدام المطهرات الكيميائية في معالجة المياه إلى تكون نواتج كيميائية ثانوية. بيد أن المخاطر الصحية من هذه النواتج الثانوية ضئيلة للغاية مقارنة بالمخاطر المرتبطة بقلة التطهير، ومن المهم عدم التهاون في الاضطلاع بأنشطة التطهير في محاولة لكبح مثل هذه النواتج والتحكم فيها والتقليل من أثارها.

4 - 3 - 2. جودة المياه من الناحية الميكروبية

Water Quality Microbial Aspects

فيما يتعلق بجودة المياه من الناحية الميكروبية، يرجح أن يشمل التحقق إجراء اختبار للميكروبات وهو يتضمن في معظم الحالات تحليل الكائنات الحية الدقيقة المشيرة (الدليلة) إلى حدوث تلوث بالبراز، ولكنه قد يتضمن أيضًا في بعض الظروف تقدير كثافات عوامل ممرضة معينة. وقد يضطلع بالتحقق من جودة مياه الشرب من الناحية

الميكروبية، الجهة الموردة للماء وتشمل أساليب التحقق اختبار مياه المنبع والمياه في المرحلة التي تعقب المعالجة مباشرة والمياه في شبكات التوزيع أو مياه الخزانات المنزلية. ويشمل التحقق من جودة مياه الشرب من الناحية الميكروبية اختبار وجود الإشريكية القولونية كمؤشر على التلوث بالبراز.

فهذه الإشريكية القولونية توفر دليلا قاطعًا على تلوث حديث بالبراز ولا ينبغي أن توجد في مياه الشرب. وعمليًا، يمكن أن يكون اختبار وجود البكتيريا القولونية التي تحتمل الحرارة بديلا مقبولا في كثير من الظروف. وإذا كانت الإشريكية القولونية مؤشرًا مفيدًا، فإن لها حدودها. فالفيروسات المعوية والأوليات أشد مقاومة للتطهير؛ وبالتالي فإن عدم وجود الإشريكية القولونية لن يدل بالضرورة على عدم وجود هذه الكائنات الحية. وقد يكون من المستحسن، في ظروف معينة شمول الفحص اختبار وجود الكائنات الحية الدقيقة الأكثر مقاومة، مثل ملتهمات البكتيريا(البكتيريوفاج) و/أو الأبواغ البكتيرية. ككائنات دليلة مؤشرة علي تلوث الماء بالمواد البرازية.

ويمكن أن تتغير نوعية المياه بسرعة، كما أن جميع الشبكات معرضة لقصورفي ظروف معينة. فسقوط الأمطار، على سبيل المثال، يمكن أن يزيد بدرجة كبيرة مستويات التلوث الميكروبي في مياه المنابع، وكثيرًا ما تتفشى الأمراض المحمولة بالماء عقب هطول الأمطار. ويجب تفسير نتائج الاختبار التحليلي بأخذ ذلك في الحسبان.

جدول 4 – 2

تصنيف نظم مياه الشرب على أساس الالتزام بأهداف الأداء والمأمونية

النسبة المئوية للعينات السلبية لاختبار الإشريكية القولونية			
جودة إمدادات المياه	حجم السكان		
	أقل من 5000	من 5000 الي 100000	أكبر من 100000
ممتازة	90	95	99
جيدة	80	90	95
متوسطة	70	85	90
ضعيفة	60	80	85

4 - 3 - 3 المعايير الميكربيولوجية لجودة الماء

Water Quality Microbiological Aspects

تتعلق المعايير الميكربيولوجية لجودة الماء بكافة العوامل الميكروبيولوجية التي تؤثر علي جودة الماء والتي تشمل عاملين هامين وهما :

- العوامل ذات الأهمية Agents of significance.
- الكائنات الدالة علي جودة الماء Microbial indicators of water quality.

أولاً: العوامل ذات الأهمية Agents of significance

تشكل العوامل البيولوجية اهميتها من كونها ذات تاثير هام علي جودة الماء الصحية وهي تنقسم الي:

1) العدوي بالأمراض المتعلقة بالماء Waterborne infections.
2) الكائنات المرضة المنتقلة بالفم عن طريق الماء Orally transmitted infections of high priority.
3) الكائنات المرضة الانتهازية والمرضات الأخري المتعلقة بالماء Opportunistic and other water – associated pathogens.
4) سموم البكتريا السيانوية Toxins from Cyanobacteria.
5) الكائنات المزعجة Nuisance organisms.
6) مدي نمو واستمرار تواجد العوامل المرضة Persistence and Growth in water.

1 - العدوي بالأمراض المتعلقة بالماء Waterborne infections

– تحدث العدوي بالأمراض المعدية عن طريق البكتريا والفيروسات والطفيليات والأوليات (البرتوزوا) التي تنتشر من خلال الماء ويطلق علي هذه الأمراض الأمراض المتعلقة بالماء.

- وتنتقل الأمراض المعدية من خلال افرازات الإنسان والحيوان خاصة الافرازات البرازية .
- لو تواجد حالات نشطة او حوامل للمرض فان التلوث البرازي للماء يحدث من خلال تواجد الكائنات المرضة داخل الماء .
- عمليات استخدام الماء مثل الشرب أو إعداد الطعام أو التلامس بالماء كما في حالات الاستحمام أو الغسيل أو حتي استنشاق لبخار الماء أو رذاذه يمكن أن يسبب العدوي .

2 - الكائنات المرضة المنتقلة بالفم عن طريق الماء

Orally transmitted infections of high priority

وهي الكائنات التي تصل للإنسان عن طريق الفم نتيجة لشرب ماء شرب ملوث وهي تشمل أنواع عديدة من البكتريا والفيروسات والأوليات والديدان .

3 - الكائنات المرضة الانتهازية والمرضات الأخري المتعلقة بالماء

Opportunistic and other water – associated pathogens

وهي كائنات ممرضة فقط في ظروف معينة كنقص المناعة أو ضعفها لدي أفراد معينة كالأطفال أو كبار السن .

الطريق الأساسي لهذه الكائنات للعدوي هو التلامس والاستنشاق أكثر منه الابتلاع .

فمثلا الأشخاص كبار السن أو المصابون بالحروق أو المصابون بمرض الإيدز فان الماء الذي تستخدمه هذه الفئات في الاستحمام أو الشرب يحتوي علي كثير من الكائنات المرضة الانتهازية التي يمكن أن تنتج عدوي مختلفة للجلد والغشاء المخاطي للعين أو الأذن أو الأنف أو الحلق ، ومن اشهر هذه الكائنات Pseudomonas aeruginosa and species of Flavobacterium, Acinetobacter, Klebsiella, Ser-

ratia, Aeromonas, and certain "slow - growing "mycobacteria

- هناك ممرضات أخرى تتعلق بالماء فمثلا في حالة استنشاق الماء فقد يصاب الإنسان بمرض Legionnaires' disease والذي تسببه احدي الاميبيات (من الكائنات الأولية).
- ومن اشهر الأمراض المتعلقة بالماء الأمراض التالية:

– البلهاريسيا bilharziasis (Schistosomiasis) (والمسببة له دودة البلهاريسيا) .

– البلانتدييازيس Balantidiasis (والمسبب له طفيل البلانتيديوم) .

– الانكلستوما (والمسببة له دودة الانكلستوما) .

– الفاشيولا (والمسببة له دودة الفاشيولا).

– التينيا (الدودة الشريطية) والمسببة له دودة التينيا .

– الاسكارس والمسببة له دودة الاسكارس .

4 - **سموم البكتريا السيانوية** Toxins from Cyanobacteria

هي تجمعات من البكتريا السيانوية والتي تعرف بالطحالب الخضراء المزرقة blue – green algae تتواجد في البحيرات العذبة ومستودعات وخزانات الماء الذي يستخدم كمصدر لماء الشرب. هذه الكائنات تنتج العديد من السموم التي يمكن تصنيفها إلى الآتي:

– سموم كبدية hepatotoxins، والتي تنتج من أنواع الطحالب الآتية Mi-crocystis, Oscillatoria, Anabaena, and Nodularia، وهذه السموم قد تؤدي إلى الموت في خلال 24 ساعة اذا وصلت للدورة الدموية للانسان حيث تسبب نزيف بالكبد وانخفاض حاد بالدورة الدموية.

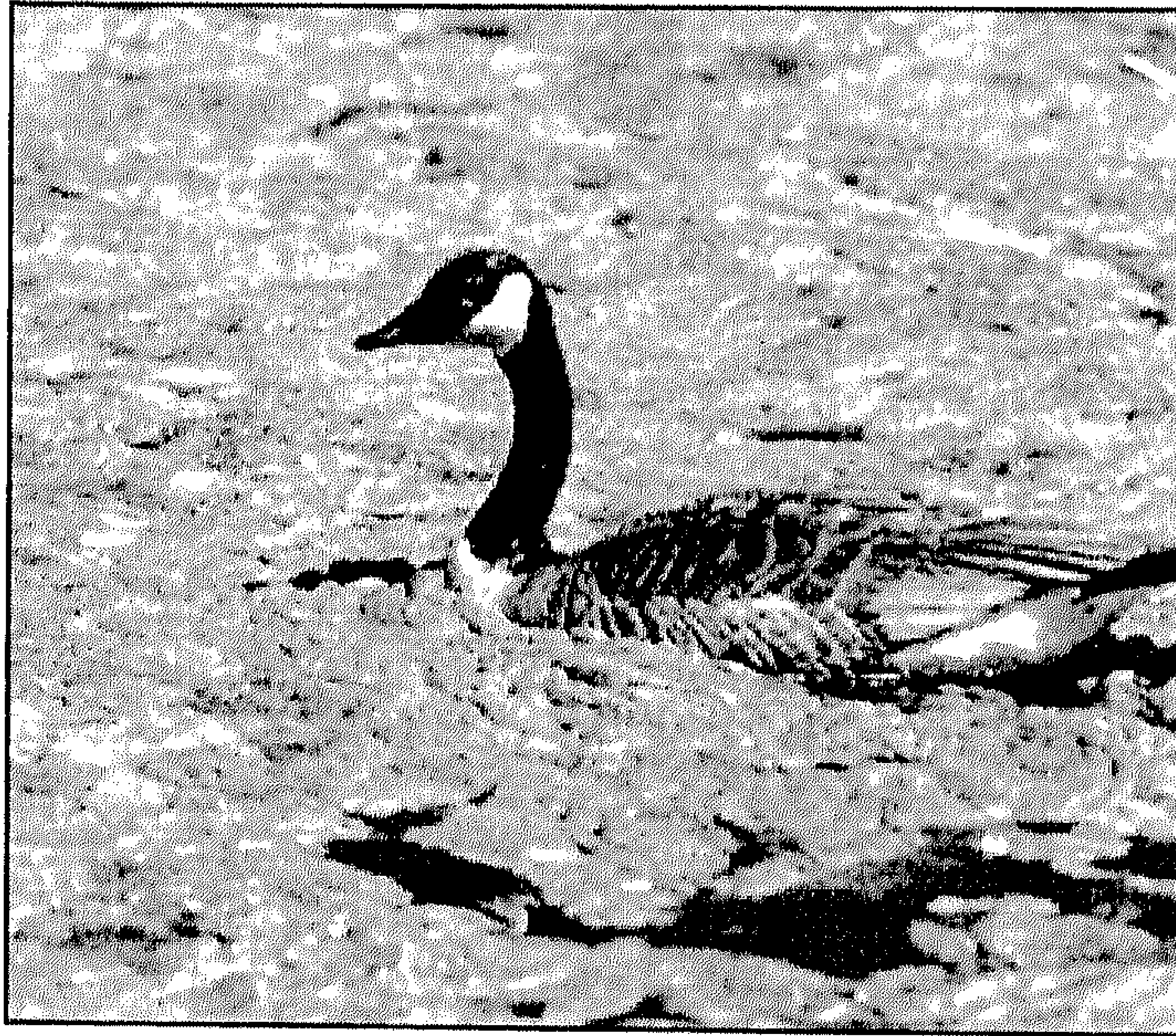
- سموم عصبية neurotoxins والتي تنتج من أنواع الطحالب الآتية Ana-baena, Oscillatoria, Nostoc, Cylindrospermum, and Aph-anizomenon، وهي تؤثر علي الجهاز العصبي.
- سموم داخلية (عديدات السكريات الدهنية) وهي ربما تكون مسئولة عن بعض الاعراض مثل اضطرابات القناة الهضمية والنزلات المعوية

5 - **الكائنات المزعجة** Nuisance organisms

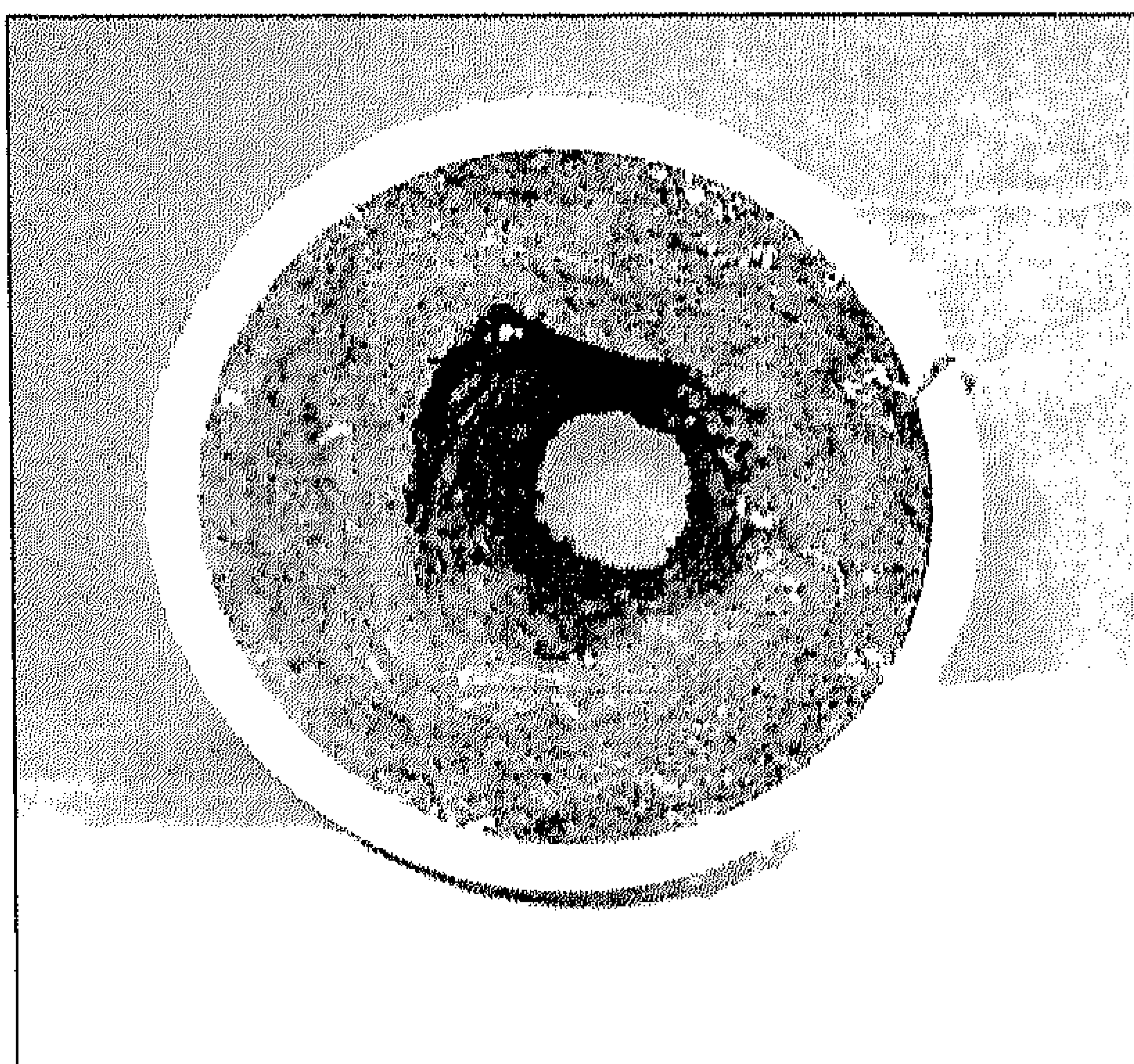
هناك عدد من الكائنات الضارة التي ليس لها أهمية صحية ولكنها غير مرغوب بوجودها لكونها تسبب عكارة وطعم ورائحة للماء بالإضافة إلى إنها تغير من الصورة الجمالية للماء، وهي تدل علي ان معالجة المياه ونظام الصيانة وإصلاح نظام معالجة الماء به خلل ومن امثلة تلك الكائنات الآتي :

- التجمعات الموسمية للطحالب الخضراء المزرقة وبعض الطحالب الأخري في مستودعات المياه وفي الأنهار، مما يعوق عمليات الترويب والترشيح مسببة عكارة ولون للماء بعد ترشيحه.
- في الماء المحتوي علي أملاح الحديد والمنجنيز فان أكسدة الحديد والمنجنيز بواسطة بكتريا الحديد تسبب ترسبات لونية من الصدأ علي الأنابيب والمواسير وجدران الخزانات، وخروج بعض هذ الصدا مع الماء.
- التأكل الميكروبي لمواسير الحديد والصلب ببكتريا الحديد والكبريت.
- إنتاج بعض الروائح الغير مرغوب فيها لوجود بعض الكائنات الدقيقة وافرازاتها مثل الطحالب الخضراء المزرقة والاكتينوميسات.
- وجود مستعمرات من الكائنات الدقيقة علي الاجزاء غير العضوية في المواسير والوصلات وتجهيزات والمواد المغلفة وهذه الكائنات الدقيقة تستهلك المواد العضوية المتسربة.

- النمو الميكروبي في أنظمة توزيع المياه والتي يشجع نموها وجود بعض المواد العضوية في الماء، او تنطلق نتيجة لوجود الكلور والأوزون ومن أمثلة تلك الكائنات Aeromonas spp والتي تعطي نتيجة خاطئة ايجابية لاختبار الكلوليفورم.
- غزو من قبل الكائنات الحيوانية داخل انظمة المياه وهذه الكائنات الحيوانية تتغذي علي النموات الميكروبية في الماء او علي النموات اللزجة، ومن امثلة تلك الحيوانات القشريات والرخويات والقواقع واليرقات والديدان. وقد تشكل هذه الكائنات الحيوانية ازعاجا عندما تتسرب وتهرب من المرشحات وتصل للمياه المرشحة مثلما يحدث لبعض اليرقات داخل المرشحات الرملية البطيئة في المناخ الدافيء.



التجمعات الموسمية للطحالب الخضراء المزرقة



تراكم بكتريا الحديد علي احد مواسير الماء

6 - **مدي نمو واستمرار تواجد العوامل المرضة** Persistence and Growth in water

عند مغادرة الكائنات المرضة والطفيليات لجسم العائل فان كثير منها يفقد تدريجيا حيويته وقابليته للعدوي وتبدأ الكائنات في الاضمحلال والموت، ومعدل الموت والاضمحلال يكون اسيا، ويصبح الكائن المرض بعد فترة معينة غير قابل للاكتشاف undetectable (الكشف عنه وتحديد وجوده وتركيزه).

الكائنات المرضة التي ليس لها قدرة علي المثابرة والتواجد حية في البيئة فترة طويلة لابد لها من إيجاد عائل جديد وبسرعة وذلك عن طريق الانتقال من شخص لأخر بالتلامس أو عن طريق الغذاء أو الماء. ولان التلوث البرازي للمياه السطحية ينتشر بسرعة، فان الكائنات المرضة والطفيليات المسببة للأمراض المتعلقة بالماء تكون من الأنواع التي لها قدرة عالية علي البقاء حية ومقاومة عالية للاضمحلال والموت وقدرة عالية علي العدوي خارج جسم العائل.

ثانيا: الكائنات الدالة علي جودة الماء Microbial Indicators of Water Quality

أدخلت واستخدمت كائنات دقيقة أخرى ككاشفات لجودة الماء الميكربيولوجية وأدلة لحدوث التلوث البرازي للماء، وللحكم علي كفاءة معالجة مياه الشرب ومياه الصرف وأيضا كشف تدهور وتلوث مياه الشرب في أنظمة التوزيع.

والكائنات الحية الدقيقة المثالية التي تستخدم ككاشفات للتلوث لابد أن يتوفر فيها بعض الخصائص المميزة لها مثل:

- لابد ان يكون الكائن من كائنات الأمعاء الموجودة طبيعيا في أمعاء حيوانات الدم الحار.
- لابد أن يتواجد حيث تتواجد الكائنات المرضة (مصاحبا لها) ولا يتواجد في المياه النقية الغير ملوثة.
- لابد أن يكون موجودا بإعداد كبيرة تفوق إعداد الكائن الممرض.
- لابد أن لا تتضاعف إعداده داخل البيئة.
- أن يكون علي الأقل مساويا لمقاومة الكائن المرض للعوامل البيئية وللتطهير داخل محطات مياه الشرب والصرف.
- لابد أن يكون كشفه معمليا بطرق سهلة وبسيطة وسريعة وغير مكلفة.
- الكائن الكاشف لابد أن يكون غير ممرض أو يسبب عدوي مرضية.

أهم الكائنات الدالة علي جودة الماء (الكاشفات الميكروبية) هي:

- البكتريا القولونية الكلية Total Coliform
- القولونيات البرازية (الغائطية) Fecal Coliform
- العقديات الغائطية : Fecal Streptococci (Enterococci)
- البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria
- المؤشرات الفيروسية Bacterial Phages

- الابواغ (الجراثيم)البكتيرية Bacterial Spores.
- مجموعة HPC(Heterotrophic plate count).

4 - 3 - 4. التأكد من جودة الماء ميكروبيا

يمكن التأكد من جودة الماء من الناحية الميكروبية عن طريق:

- o حماية مصدر الماء سواء كان سطحيا او جوفيا من اي تلوث ميكروبي أو كيميائي.
- o تحقيق كافة متطلبات المعالجة الجيدة للماء وخاصة التطهير من خلال تطبيق إجراءات وعمليات الحواجز المتعددة لحماية الماء من العوامل الملوثة.
- o التفتيش الصحي لكافة مصادر إمداد المياه ونقاط التوزيع والشبكة الخارجية والداخلية.
- o تحليل واختبار جودة الماء من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية.

مفهوم الحواجز المتعددة

مفهوم الحواجز المتعددة multiple barriers لمعالجة المياه هو حجر الزواية لإنتاج مياه شربة أمنة ونقية. واختيرت الحواجز طبقا لقدرات الإزالة للمراحل المختلفة في عملية المعالجة والتي قد تضاعفت نتيجة لهذه الحواجز.

امتلاك الحواجز المتعددة يعني انه في حالة فشل احد الحواجز في المعالجة فانه يمكن تعويضه من خلال التشغيل الكفء الفعال لبقية حواجز المعالجة، ويعني أيضا تقليل الاحتمالات القوية لمرور المواد والعوامل الملوثة خلال نظام المعالجة ووصولها للمستهلك مسببة له الضرر. علي نحو تقليدي الحواجز تشتمل علي:

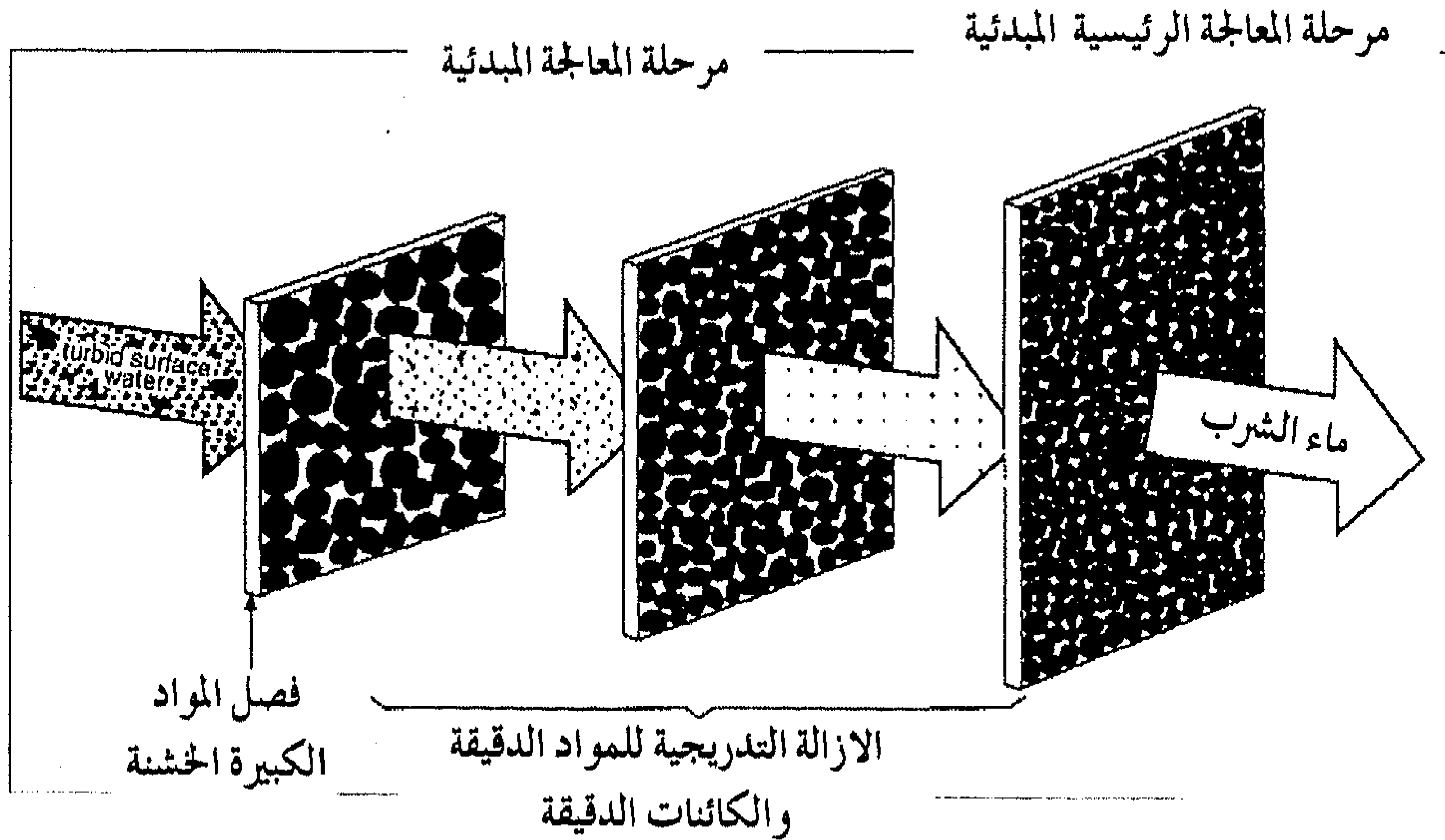
- حماية مصدر الماء(الماء المستخدم كماء للشرب لابد أن يكون منشأئه من مصدر عالي الجودة كلما أمكن ذلك).

- الترويب والتزغيب والترسيب.
- الترشيح.
- التطهير .
- حماية نظام التوزيع.

لو كانت هذه الحواجز التقليدية غير كافية فانه ينصح بإضافة مراحل متعددة أخرى من الترشيح والتطهير.

المنفعة الهامة من حواجز المعالجة المتعددة قد وضحت من خلال الدراسة الوبائية الحديثة لنظام للماء الجوفي حيث واحد من الآبار الجوفية قد تم ترشيحه ثم تطهيره بالكلور والأخر قد تم تطهيره بالكلور فقط (Beaudeau et al، 1999).

الدمج بين الترشيح والكلورة (التطهير بالكلور) قد امد نظام المعالجة بقدرة مضاعفة من ازالة الملوثات.



شكل 4 - 1 مفهوم الحواجز المتعددة لمعالجة الماء

4 - 4 . الجوانب الكيميائية لصحة مياه الشرب

Chemical Aspects of Drinking Water Health

إن الهواجس الصحية المرتبطة بالمكونات الكيميائية لمياه الشرب تختلف عن تلك المرتبطة بالتلوث الميكروبي، وتنبعث أساسًا من قدرة هذه المكونات الكيميائية على إحداث ضارة بالصحة بعد فترات طويلة من التعرض. وهناك عدد قليل من المكونات الكيميائية للماء يمكن أن تؤدي إلى ظهور مشاكل صحية نتيجة تعرض واحد، فيما عدا تأثيراتها عن طريق تلويث عرضي واسع النطاق لإمدادات مياه الشرب. وفضلا عن ذلك، فإن التجربة تبين أن في كثير من مثل هذه الحوادث، لا فيها جميعًا، تصبح المياه غير صالحة للشرب نتيجة عدم مقبولية طعمها ورائحتها ومظهرها (لونها).

أما في الأحوال التي لا يحتمل فيها أن يؤدي التعرض القصير الأمد إلى إضرار بالصحة، فإن الحل الأكثر فعالية غالبًا ما يتمثل في تركيز استخدام الموارد المتاحة للتدابير العلاجية على تحديد مصدر التلوث وإزالته لا على تقرير تدابير عالية التكلفة لمعالجة مياه الشرب من أجل إزالة العناصر الكيميائية.

وهناك مواد كيميائية كثيرة يمكن أن تظهر في مياه الشرب، بيد أن بعضًا منها فقط يحدث تأثيرًا مباشرًا على الصحة في أي ظرف من الظروف. وينبغي أن يراعى في تحديد الأولوية التي تولى لتدابير الرصد والعلاج ألا توجه الموارد الشحيحة، دون ضرورة، إلى مواد ذات تأثير ضئيل أو منعدم على الصحة.

ويمكن للتعرض لمستويات عالية من الفلوريد، الذي يحدث بشكل طبيعي، أن يؤدي إلى اصفرار الأسنان، وفي الحالات الحادة إلى إصابة الهيكل العظمي بالداء الفلوري. ويمكن بالمثل أن ينتج الزرنيخ بشكل طبيعي وقد يؤدي التعرض المفرط للزرنيخ في مياه الشرب إلى خطر كبير للإصابة بالسرطان وإلى تقرحات جلدية. كذلك يمكن لمواد كيميائية أخرى تنتج بشكل طبيعي، من بينها اليورانيوم والسيلنيوم، أن تثير

مشكلات صحية عندما توجد بشكل مفرط. وقد اقترن بوجود النترات والنتريت في الماء وجود نوع غير عادي من خضاب الدم في الدم وخاصة لدى الرضع (أقل من عامين) وقد تظهر النترات نتيجة للإفراط في استخدام الأسمدة أو إلقاء مياه الصرف أو غيرها من النفايات في المياه السطحية والجوفية.

وفي المناطق ذات المياه الحمضية أو المؤذية، بوجه خاص، يمكن أن يؤدي استخدام الأنابيب والتركيبات ومواسير المياه الرصاصية أو مواد اللحام إلى مستويات عالية من الرصاص في مياه الشرب، وهو ما يحدث آثارًا سلبية على الأعصاب.

وهناك القليل من المواد الكيميائية التي تمثل نسبة ما يستمد منها عن طريق مياه في إجمالي ما يدخل إلى الجسم عاملا مهمًا في الوقاية من الأمراض. ومن الأمثلة على ذلك تأثير الفلوريد الموجود في مياه الشرب في تعزيز الوقاية من تسوس الأسنان. ولا تحاول الدلائل تحديد التركيزات الدنيا المرغوبة للعناصر الكيميائية في مياه الشرب.

وقد استنبطت قيم دلالية لكثير من العناصر الكيميائية لمياه الشرب. وتمثل القيمة الدلالية تركيز العنصر الذي لا يؤدي إلى أي خطر هام على الصحة جراء الاستهلاك مدى الحياة. ووضع عدد من القيم الدلالية المؤقتة استنادًا إلى مستوى الإمكانات العملية لإنجاز مهام المعالجة أو مهام التحليل. والقيم الدلالية في هذه الحالات أعلى من القيم المحسوبة المستندة إلى اعتبارات الصحة.

4 - 4 - 1. جودة المياه من الناحية الكيميائية

يعتمد تقدير مدى جودة المياه من الناحية الكيميائية على مقارنة نتائج تحليل جودة المياه بالقيم الدلالية. وفيما يتعلق بالمضافات (أي العناصر الكيميائية المستمدة أساسًا من المواد والكيميائيات المستخدمة في إنتاج وتوزيع مياه الشرب) ينصب التركيز على المراقبة المباشرة لنوعية تلك المنتجات. وفي مراقبة المضافات إلى مياه الشرب، تعنى إجراءات الاختبار، نمطيًا، بتقدير إسهام المادة المضافة إلى مياه الشرب، وبأخذ

التغيرات التي تحدث مع الوقت في الحسبان عند استنباط قيمة يمكن مقارنتها بالقيمة الدلالية بيد أن بعض العناصر الكيميائية الخطرة التي تشوب مياه الشرب تثير انشغالا بسبب الآثار الناجمة عن تواتر التعرض لفترات قصيرة. وحيثما يتغير تركيز العنصر الكيميائي المثير للاهتمام تغيرًا كبيرًا، لا يمكن، حتى لسلسلة من نتائج التحليل أن تبين وتحدد دائمًا بشكل كامل الخطر المحدق بالصحة العامة، ومن الأمثلة على ذلك مادة النترات المرتبطة بخضاب الدم المبدَّل الدموي لدى الأطفال الرضع، ويجب في مراقبة مخاطر من هذا القبيل، إيلاء اهتمام لمعرفة العوامل المسببة مثل استخدام الأسمدة في الزراعة ولاتجاهات التركيزات المكتشفة، حيث إنها ستبين ما إذا كان يمكن أن تحدث مشكلة هامة في المستقبل. وقد تبرز مخاطر أخرى بشكل متقطع وكثيرًا ما تكون مرتبطة بنشاط موسمي أو ظروف موسمية. ومن الأمثلة على ذلك ظهور البكتيريا السيانوية السامة على سطح الماء.

وتمثل القيمة الدلالية تركيز العنصر الذي لا يتجاوز عتبة الخطر المحتمل على صحة المستهلك جراء الاستهلاك مدى الحياة. وقد حددت القيم الدلالية لبعض الملوثات الكيميائية (مثل الرصاص والنترات) بحيث تحمي الفئات السكانية السريعة التأثر. وهذه القيم الدلالية تحمي أيضًا عامة السكان مدى الحياة.

على أن تجاوز القيمة الدلالية لا يؤدي بالضرورة إلى خطر هام على الصحة. ومن ثم فإن الانحرافات التي تتجاوز القيم الدلالية في المدى القصير أو الطويل لا تعني بالضرورة أن الماء غير صالح للاستهلاك. ويتوقف المقدار الذي يمكن تجاوز أي قيمة دلالية به والفترة التي يمكن أن يحدث خلالها التجاوز، دون التأثير على الصحة العمومية، على نوعية المادة المعنية.

وقد تبين أن بعضًا فقط من المواد الكيميائية له آثار صحية واسعة النطاق على الإنسان نتيجة التعرض عن طريق مياه الشرب عندما تكون موجودة بكميات مفرطة. وتشمل هذه الفلوريد والزرنيخ والنترات. كذلك جرى التدليل على تأثيرات صحية

على الإنسان في بعض المجالات التي يوجد فيها الرصاص(من أعمال السباكة المنزلية) وهناك قلق بسبب مدى التعرض المحتمل للسيلنيوم واليورانيوم في بعض المناطق بتركيزات مهمة الأثر على صحة الإنسان. وللحديد والمنجنيز أهمية واسعة النطاق بسبب تأثيرهما على مقبولية الماء.

وينبغي أن توضع هذه المكونات في الاعتبار كجزء من أي عملية لتحديد الأولويات. وفي بعض الحالات سوف يبين التقييم عدم وجود خطر من تعرض كبير على المستوى الوطني أو الإقليمي أو مستوى النظام.

وقد تكون لمياه الشرب مساهمة ضئيلة فقط في إجمالي ما يدخل إلى الجسم من مادة كيميائية معينة، وفي بعض الظروف قد يكون لمراقبة المستويات في مياه الشرب، بنفقات ربما تكون عالية، تأثير ضئيل على إجمالي التعرض. وينبغي من ثم النظر في استراتيجيات إدارة مخاطر مياه الشرب في ارتباط بمصادر التعرض البشري الممكنة الأخرى.

ويمكن بداية أن تكون عملية «وضع قائمة مختصرة» للمواد الكيميائية المثيرة للقلق تصنيفًا بسيطًا للمخاطر العالية والمنخفضة من أجل تحديد المشاكل الكبيرة. ويمكن تنقيح ذلك باستخدام بيانات مستمدة من عمليات تقييم وتحليل أكثر تفصيلا ويمكن أن يضع في الاعتبار الحوادث النادرة، والتغير وعدم اليقين. والجدول التالي يبين أهم الملوثات الكيميائية التي يمكن ان تتواجد في مصادر المياه.

جدول4 – 3

الملوثات الكيميائية في مصادر المياه

أ - الأيونات الذائبة :

المصدر	المواد الأيونية الموجبة كاتيونات	المواد الأيونية السالبة أنيونات
1 – احتكاك المياه والصخور والمعادن	كالسيوم Ca^{2+} حديد Fe^{2+} ماغنسيوم Mg^{2+} منجنيز Mn^{2+} بوتاسيوم K^{+} صوديوم Na^{+} زنك Zn^{2+}	بيكربونات HCO^{3-} كربونات $CO3^{--}$ كلوريدات Cl^{-} فلوريدات F^{-} نترات $-NO^{3}$ فوسفات PO_4^{-3} هيدروكسيدات $-OH$ بورات $-H_2BO_4$ سليكات H_3SiO_4 كبريتات SO_4^{-2}
2 – تحلل المواد العضوية	أمونيا NH_4^{+} هيدروجين H^{+} صوديوم Na^{+}	بيكربونات HCO_3^{-} كلوريدات Cl^{-} نترات $^{-}NO_3$ نيتريت NO_2 كبريتيدات $^{-}S^{-}$ هيدروكسيدات ^{-}OH

المصدر	المواد الأيونية الموجبة كاتيونات	المواد الأيونية السالبة أنيونات
3 - البلديات، الصناعة والزراعة والنشاطات الأخري.	جميع الأيونات للأملاح غير العضوية والتي تحمل الشحنة الموجبة بالإضافة إلى العناصر الثقيلة مثل : Cr، Cd، Cu، Pb، Hg، ... etc	جميع الأيونات للأملاح غير العضوية والتي تحمل الشحنة السالبة، الملوثات العضوية، اللون، الرائحة
4 - مصادر هوائية	هيدروجين H^+	بيكربونات HCO_3^- كلوريدات Cl^- كبريتات SO_4^{-2}

ب - أهم الملوثات الغازية والعالقة والصلبة :

الغازية	العالقة	المواد الصلبة
نواتج معالجة وتنقية المياه		
1 - ثاني أكسيد الكربون CO_2	الطمي السيليكا SiO_2 أكسيد الحديديك FeO_3 أكسيد الألمونيوم $Al2O_3$ أكسيد المنجنيز MnO_2	طمي، رمل / Slit ومركبات تربة غير عضوية.
نواتج الصرف الصحي والزراعي		
2 - أمونيا NH_3 ثاني أكسيد الكربون CO_2 كبرتيد الهيدروجين H_2S هيدروجين H_2 ميثان CH_4 نيتروجين N_2 أكسجين O_2	بقايا الخضراوات والنفايات العضوية.	محتويات التربة العضوية الغير قابلة للذوبان، النفايات العضوية. الدهون والكربوهيدرات والبروتينات.

الغازية	العالقة	المواد الصلبة.
نواتج الصرف الصناعي		
غاز الكلور Cl_2 غاز ثاني أكسيد الكبريت. SO_2	أملاح عضوية وغير عضوية، مواد ملوثة كالأصباغ،المديبات، مواد عضوية كلورية بكتيريا، ديدان وكائنات حية.	طمي، Slit، Grit، أملاح عضوية وغير عضوية، مركبات عضوية، مركبات بترولية وشحومات.

4 - 4 - 2. تصنيف الخصائص الكيميائية لمياه الشرب من حيث تأثيراتها علي الصحة

تنقسم الخصائص الكيميائية في المياه العذبة المستخدمة كمصدر من مصادر مياه الشرب إلى المواد الغير عضوية والمواد العضوية الموجودة في الماء سواء بنسب صغيرة أو بنسبة كبيرة تصل إلى حد كونها عناصر ملوثة والمواد تنقسم إلى الآتي : -

- المجموعة الأولي المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الإستساغة أو الاستخدام المنزلي والتي ليس لها تأثير علي الصحة العامة.
- المجموعة الثانية المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الصحة العامة.
- المجموعة الثالثة المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الصحة العامة والتي لم ينص عليها في دلائل مياه الشرب والاستخدام المنزلي.
- المجموعة الرابعة المواد العضوية ذات التأثير علي الصحة العامة.
- المجموعة الخامسة المواد ذات الطبيعة الإشعاعية.

- **المجموعة الأولي المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الاستساغة أو الاستخدام المنزلي والتي ليس لها تأثير علي الصحة العامة.**

ونشمل المواد الآتية : -

- الأملاح الكلية الذائبة.
- الحديد.

- المنجنيز.
- النحاس.
- الزنك.
- العسر الكلي.
- الكبريتات.
- الكلوريدات.
- الصوديوم.
- الألومنيوم.

- **المجموعة الثانية المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الصحة العامة.**

وتشمل المواد الآتية : -

- الرصاص.
- الزرنيخ.
- السيانيد.
- الكادميوم.
- السيلينيوم.
- الزئبق.
- الكروم.
- النترات والنتريت.
- الفلوريدات.

- **المجموعة الثالثة المواد الغيرعضوية ذات التأثير علي الصحة العامة والتي لم ينص عليها في دلائل مياه الشرب و الاستخدام المنزلي.**

وهذه المجموعة تشمل المواد الآتية :

- الفضة.

- النيكل.
- الاسبستوس.

- **المجموعة الرابعة المواد العضوية ذات التأثير علي الصحة العامة.**

وهي تشمل المواد العضوية الآتية :

1 – المبيدات Pesticides

2 – المطهرات ونواتجها-Disinfectants and disinfectants by prod
ucts .

3 – أحماض الخليك المكلورة Chlorinated Acetic acids.

4 – الأسيتونيترلات المهلجنةHalogenated acetonitriles .

5 – الكانات مكلورةChlorinated Alkanes .

6 – مركبات الأيثان المكلورة Chlorinated Ethanes.

7 – البنزينات المكلورة Chlorinated Benzenes.

- **المجموعة الخامسة : المواد المشعة : -**

- **يتعرض الإنسان للمواد المشعة من مصدرين : -**

1 – المصادر الطبيعية من عدد من المواد المشعة الموجودة فى بيئة الإنسان.

2 – المصادر التى صنعها الإنسان نتيجة استخدامات المواد المشعة فى أغراض السلم والحرب.

وهناك نوعين هامين يتم الكشف عنهما في مياه الشرب وهما:

- فصيله مشعات ألفا 0.1 بيكاريل / اللتر.
- فصيله مشعات بيتا 1 بيكاريل / اللتر.

4 - 4 - 3. الأمراض المتعلقة بالخصائص الكيميائية للماء

Chemical - related illness

نظراً لأن الماء يتميز بكونه مذيبا جيدا فانه يمكن ان يحتوي علي ألف أو عدة الاف من المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في البيئة. بعض هذه المواد موجودة في الماء بصورة طبيعية ولكن الكثير منها يصل للماء نتيجة للأنشطة الإنسانية ومن المحتمل أن يكون ضار بصحة الإنسان وحياته. ولحسن الحظ فان تركيزات الشوائب التي من المحتمل أن تسبب بعض الضرر قليلة جدا في المياه الطبيعية، ولكن يوجد آلاف من المركبات المستخدمة في الزراعة والصناعة والمنازل والتي قد تجد طريقها للمياه السطحية والمياه الجوفية. بالنسبة إلى التأثيرات الصحية المرتبطة بالمواد الكيميائية بالماء أو المتعلقة بالخصائص الكيميائية للماء فانه يمكننا التمييز بين نوعين :

الأول : التأثيرات الحادة acute effects حيث أن عواقب ونتائج استهلاك الماء الملوث تظهر مباشرة أو بعد فترة وجيزة. الثاني التأثيرات المزمنة chronic effects حيث أن الابتلاع والأخذ المستمر للماء الملوث ينتج مخاطر علي المدي الطويل. وجود تركيزات من مادة ذات خطورة في ماء الشرب كافية لإحداث تأثيرات حادة من الممكن أن يحدث فقط عند حدوث حادثة معينة خلال عمليات معالجة الماء وهو ما يعرف بالتلوث العرضي ومن المفروض من السلطات أن تتخذ إجراءات وقائية لمنع حدوث التلوث العرضي للماء أثناء المعالجة ومن أمثلة ذلك التغير العرضي في طعم ورائحة الماء التي تحدث فجاءة. في امدادت الماء فان الشيء الرئيسي الذي يهتم به هو وجود مستويات قليلة من الملوثات والتي ربما أن تنتج تأثيرات صحية ملحوظة بعد التعرض لمدة طويلة ربما بعد عدة سنوات. بعض المواد التي من المحتمل أن تسبب ضرراً صحياً بوضوح يكون لها حد تأثير عتبي threshold effect لا يجب تخطيه ويجب أن يكون تركيز هذه المواد اقل من الحد العتبي في هذه الحالة فانه لا يحدث ضرر. بعض الملوثات

الأخرى لا يظهر أن يكون لها حد عتبي لذا فان أي اخذ لهذه المواد فانه من المحتمل أن يسبب ضرراً ويتبع المواد المسببة للسرطان هذه المجموعة من المواد.

4 - 5. الجوانب الإشعاعية لصحة مياه الشرب

Radiological Aspects of Drinking Water Health

ينبغي أيضًا أن توضع في الاعتبار المخاطر الصحية المرتبطة بوجود نويدات مشعة تحدث بشكل طبيعي في مياه الشرب، على الرغم من أن إسهام مياه الشرب في مقدار التعرض الإجمالي للنويدات المشعة صغير جدًا في الظروف الطبيعية.

هذا ولم توضع قيم دلالية رسمية لكل من النويدات المشعة في مياه الشرب، واستخدم بدلا من ذلك أسلوب يرتكز على فحص مياه الشرب للكشف عن إجمالي النشاط الإشعاعي لألفا وبيتا. وبينما لا يشير العثور على مستويات نشاط أعلى من القيم الموضوعة للفحص إلى أي خطر مباشر على الصحة، فإنه ينبغي أن يكون تنبيهًا إلى ضرورة إجراء تقصيات مستفيضة لتحديد النويدات المشعة المسؤولة وتحديد المخاطر المحتملة، مع وضع الظروف المحلية في الحسبان.

4 - 6. جوانب مقبولية واستساغة مياه الشرب

Potability Aspects of Drinking Water Health

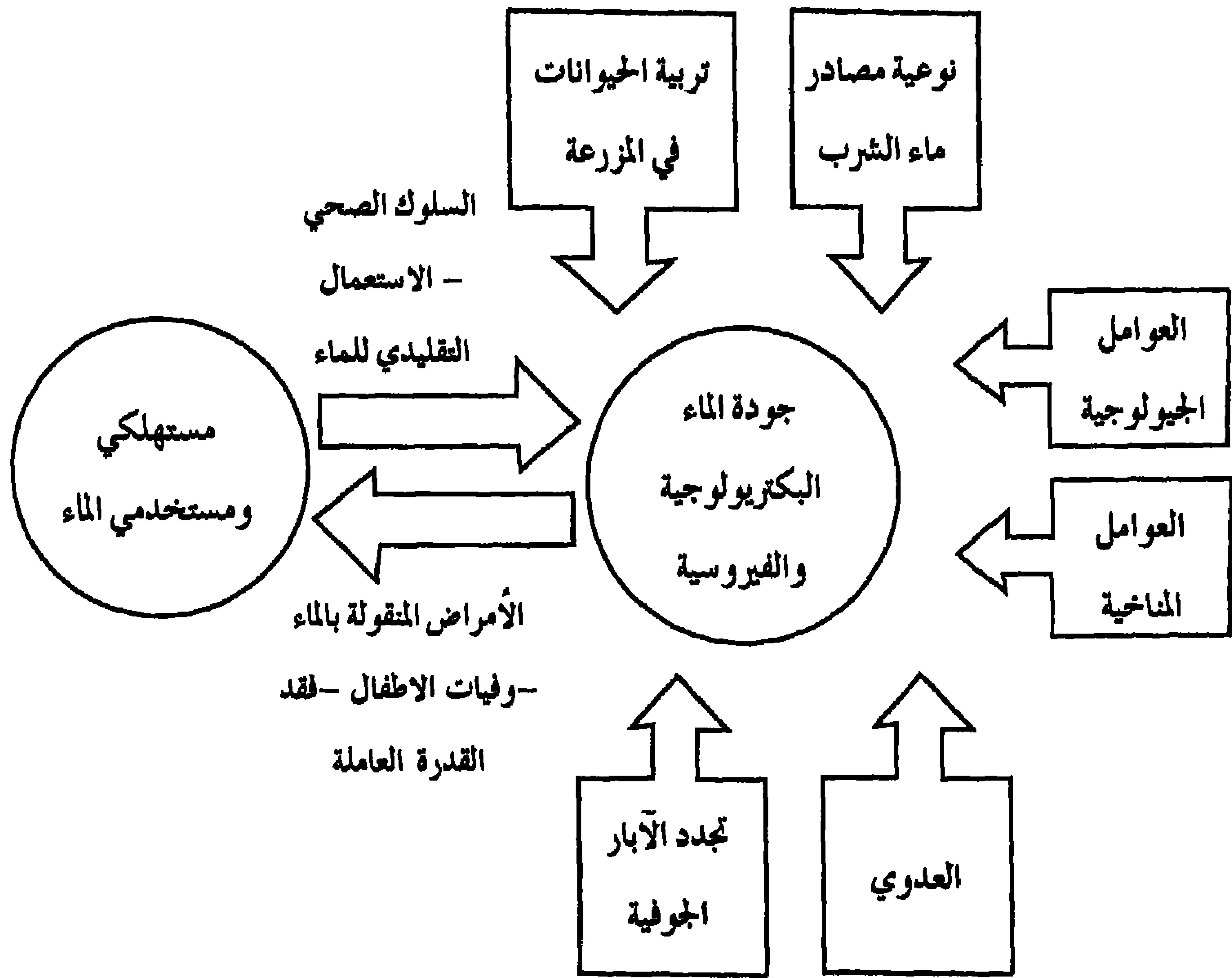
ينبغي أن لا يكون للماء أي طعم وأي رائحة وهما أمران لا يقبلهما معظم المستهلكين. ويعتمد المستهلكون بشكل رئيسي على حواسهم. فالعناصر الميكروبية والكيميائية والفيزيائية للماء يمكن أن تؤثر على مظهره أو رائحته أو طعمه، والمستهلك يقيم جودة الماء ومقبوليته على أساس هذه المعايير. وعلى الرغم من أن هذه المواد قد لا تكون لها آثار مباشرة على الصحة، فإن الماء الشديد العكارة أو المتغير اللون بدرجة عالية أو الذي لا يلقى طعمه أو رائحته القبول يمكن أن يعتبره المستهلكون غير مأمون وأن يرفضوه. وفي الحالات القصوى قد يتجنب المستهلكون مياه الشرب غير المقبولة

من الناحية الجمالية مع مأمونيتها لصالح مياه الشرب أحسن منظرًا ولكنها قد تكون غير مأمونة. ولذلك فإن من الحكمة إدراك حساسيات المستهلك ومراعاة الدلائل المتعلقة بالصحة إلى جانب المعايير الجمالية عند تقييم إمدادات مياه الشرب ووضع اللوائح والمعايير. فالتغيرات في مظهر إمدادات مياه الشرب أو في رائحتها أو طعمها يمكن أن تكون إشارة إلى تغيرات في جودة مصادر المياه الأول ية أو إلى جوانب قصور في عملية المعالجة وينبغي تقصيها.

4 - 7. جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية

Bacteriological and Virological Water Quality

يؤثر كل من مستخدمي ومستهلكي الماء علي جودة الماء عموما، فطبيعة استعمالاتهم التقليدية وسلوكهم الصحي ودرجة تطبيقهم للنواحي الصحية يؤثر بشدة علي جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية. وعلي الجانب الاخر جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية توثر علي مستخدمي ومستهلكي الماء من حيث الاصابة بالأمراض التي تنتقل عن طريق الماء والمتسبب فيها عوامل بكتيرية أو فيروسية مما يؤدي إلى وفيات الأطفال(نسبة كبيرة من وفيات الاطفال في الدول الفقيرة يعزي إلى الأمراض المنقولة بالماء الملوث) وفقد عائل الاسرة وفقد القوي العاملة بالمجتمع. اي ان العلاقة متبادلة بين مستخدمي ومستهلكي الماء وجودة الماء البكتريولوجية والفيروسية كما يوضح الشكل التالي.



شكل4 - 2 عوامل جودة الماء و العلاقة بين مستخدمي الماء وجودته

والشكل يصف العوامل المؤثرة علي جودة الماء الفيروسية والبكتيريولوجية والتي تتمثل في العوامل الآتية :

- نوعية مصادر مياه الشرب.
- تربية الحيوانات في المزرعة.
- العوامل المناخية.
- العوامل الجيولوجية.
- العدوي بالأمراض.
- تجدد الآبار الجوفية.

1 - نوعية مصادر مياه الشرب (هل هو نقي - ملوث - معرض للتلوث).

تحدد نوعية مصادر مياه الشرب جودة الماء البكتيريولوجية والفيروسية وهذا لان تعرض الماء للتلوث الميكروبي يختلف من مصدر إلى آخر فمثلا المياه السطحية أكثر عرضة للتلوث من المياه الجوفية المختزنة في باطن الأرض. كما أن بقاء ونمو الكائنات الحية الدقيقة يختلف في المياه المالحة عن المياه العذبة وذلك يعتمد علي الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع من الماء وعلي درجة توافر المادة الغذائية المتاحة في الماء.

2 - تربية الحيوانات في المزرعة (هل تؤدي التربية إلى تلوث الماء السطحي أو الجوفي بمخلفات المزرعة).

فتتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في المزرعة وتحتوي الفضلات الحيوانية علي كثير من البكتريا والفيروسات المرضة مما يؤثر علي جودة الماء من خلال إمكانية تسرب الفضلات الحيوانية إلى المياه السطحية (بالجريان المائي أو ب الأمطار) أو إلى المياه الجوفية (بالتغلل داخل طبقات التربة أو الأمطار) التي تستخدم كمصدر من مصادر ماء الشرب. وقد يتم التلوث البرازي للمجاري المائية والبحيرات بصورة مباشرة من خلال التبرز والتبول المباشر لهذه الحيوانات في تلك المجاري المائية والبحيرات مضيفا أنواع ا مختلفة من الميكروبات المرضية التي تصاحب البراز والبول.

3 - العوامل المناخية (مدي مساهمة وتأثير العوامل المناخية علي انتشار الملوثات ووصولها للمصدر المائي).

تؤثر بعض العوامل المناخية علي جودة الماء فالرياح قد تحمل الملوثات والعوامل البيولوجية من مكان إلى أخر وربما أوصلت الرياح الملوثات إلى المياه السطحية وايضا الأمطار والسيول قد يكون لها دور في انتقال الملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية

المختلفة من خلال الجريان السطحي للماء وربما تصل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية. كما ان الفيضانات والسيول تكسح أمامها المواد العالقة والطافية والملوثات الآدمية والحيوانية والنباتية والكيميائية والعضوية مما يشكل خطرا داهما على صحة الإنسان وعبئآ على عمليات تنقية المياه وكفاءة خطوات التنقية والتعقيم لشدة تلوث مياه المأخذ.

4 - العوامل الجيولوجية (هل تؤدي التكوينات الجيولوجية إلى تدفق الملوثات إلى الماء السطحي او الجوفي).

المكونات والتراكيب الجيولوجية للأرض كنوع التربة ومساميتها وطبيعة طبقاتها ونفاذيتها قد تؤثر علي انتقال الملوثات خلال البيئة الأرضية ومنها إلى البيئة المائية كالمياه الجوفية محدثة تأثيراً علي جودة الماء الميكروبيولوجية. فالتربة المسامية المنفذة قد تعمل علي انتقال الملوثات الميكروبية ونفاذها إلى مكامن المياه الجوفية، وفي العقود الأخيرة تم اكتشاف وعزل كثير من الكائنات المرضة من داخل المياه الجوفية مما يدل علي وصول الملوثات البيولوجية عن طريق اختلاط هذه المياه بمياه ملوثة بالصرف الصحي للإنسان. ويعد خزانات التحليل والتسرب من خطوط الصرف الصحي أو حقن مياه الصرف داخل الأرض من أهم أسباب وصول الكائنات المرضة للمياه الجوفية.

5 - العدوي بالأمراض (الأمراض المتعلقة بالماء)

العدوي بالأمراض المعدية تؤثر علي جودة الماء فقد تنتقل بعض الأمراض (خاصة الأمراض المتعلقة الماء) عن طريق المياه، أو تجد بعض مسببات الأمراض طريقها إلى مياه الشرب من خلال استهلاك حاملي العدوي للماء وتعاملهم للماء والغذاء المتعلق به.

6 - تجدد الآبار الجوفية (هل يودي انسياب الماء من والي المخزون الجوفي إلى تلوث الماء مثل انسياب المياه المالحة إلى المياه الجوفية).

يؤثر تجدد الآبار الجوفية علي المخزون الجوفي فقد يقل المخزون الجوفي في فترة من الفترات مما يؤدي إلى تداخل المياه المالحة القادمة من البحر إلى الخزان الجوفي واختلاطها بالمياه العذبة وإذا كانت هذه المياه محملة بالملوثات البيولوجية كمياه البحر التي تصرف عليها مياه المجاري فان وصول الملوثات البيولوجية إلى المياه الجوفية امرا واردا عن طريق تداخل المياه المالحة مما يؤثر علي جودة الماء البكتيريولوجية والفيروسية. كما قد تصل الملوثات عن طريق تداخل المياه السطحية مع المياه الجوفية ووصول الملوثات منها إلى الخزان الجوفي.

4 - 8. جودة الماء الكيميائية Chemical Water Quality

تتأثر جودة الماء الكيميائية بالعديد من العوامل الطبيعية والصناعية، إذ أن المكونات الكيميائة للماء واتزانها والذي يعطي للماء جودته وسلامته من الناحية الكيميائية تتأثر بتلك العوامل والتي أهمها :

- طبيعة مصدر الماء .
- الأنشطة الزراعية .
- العوامل الجيولوجية.
- دخول عوامل أو مواد من الغلاف الجوي .
- العوامل الطبيعية .
- تداخل مياه البحر .

1) **طبيعة مصدر الماء**

تحدد طبيعة ونوعية مصادر المياه جودة الماء من الناحية الكيميائية، فتختلف المياه السطحية عن المياه الجوفية من حيث طبيعة ونوعية المياه ومن حيث القابلية للتلوث، فالمياه السطحية أكثر عرضة للتلوث بالمصادر الجوية و الأرضية والمائية للملوثات من المياه الجوفية المختزنة في باطن الأرض والتي تعتبر مياه محمية نوعا ما. فتضيف المصادر الجوية و الأرضية والمائية العديد من الملوثات إلى الماء السطحي فتعمل علي التأثير علي اتزانه الكيميائي المتمثل في اتزان العناصر والأملاح الكيميائية التي تجعله صالحا للاستخدام.

2) **الأنشطة الزراعية**

وينتج عن نشاط الزراعة عموما العديد من الملوثات التي يمكن تؤثر علي جودة الماء الكيميائية، من أهم تلك الملوثات كافة المخلفات والنفايات والفضلات الناتجة عن كافة الأنشطة الزراعية النباتية والحيوانية، من أمثلتها افرازات الحيوانات، وجيف الحيوانات، وبقايا الأعلاف والأسمدة والمخصبات والمبيدات، والعبوات الفارغة، ومخلفات حصاد النبات، والمخلفات والبقايا النباتية مثل الحشائش والنباتات العائمة مثل ورد النيل والحشائش الغاطسة وغيرها من النباتات. وتختلف كمية ونوعية المخلفات الزراعية حسب نوعية الزراعة والطريقة المتبعة في الإنتاج الزراعي.

3) **العوامل الجيولوجية**

تشترك العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية في تحديد طبيعة المياه الجوفية في كثير من المناطق، فنوعية المياه الجوفية تتأثر بنوعية الصخور الرسوبية الحاوية لها. كما ان حركة المعادن الثقيلة والعناصر النادرة وميكانيكية نقلها إلى البيئة وكذلك

حركتها في البيئة البحرية بتأثير التيارات والأمواج تؤثر علي جودة وخصائص الماء الكيميائية. كما أن المكونات والتراكيب الجيولوجية للأرض كنوع التربة ومساميتها وطبيعة طبقاتها ونفاذيتها قد تؤثرعلي انتقال الملوثات خلال البيئة الأرضية ومنها إلى البيئة المائية كالمياه السطحية والجوفية محدثة تأثيراً علي جودة الماء الكيميائية. فالتربة المسامية المنفذة قد تعمل علي انتقال الملوثات ونفاذها إلى مكامن المياه الجوفية.

4) دخول عوامل أو مواد من الغلاف الجوي

تعد البيئية الهوائية من مصادر التلوث التي تؤثر علي الماء السطحي فتساقط وترسب الملوثات الكيميائية الرطب والجاف من الغلاف الجوي علي الماء من شانه أن يؤثر علي جودة وخصائص الماء الكيميائية.

5) العوامل الطبيعية

تؤثر بعض العوامل الطبيعية كالفيضانات والسيول والأعاصير والزلازل والبراكين علي جودة الماء فالسيول و الفيضانات علي سبيل المثال قد يكون لها دور في انتقال الملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية المختلفة من خلال الجريان السطحي للماء وربما تصل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية. كما أن الفيضانات والسيول تكسح أمامها المواد العالقة والطافية والملوثات الآدمية والحيوانية والنباتية والكيميائية والعضوية مما يشكل خطرا داهما على صحة الإنسان وعبئاً على عمليات تنقية المياه وكفاءة خطوات التنقية والتعقيم لشدة تلوث مياه المأخذ. كما تضيف البراكين بعض الملوثات إلى المياه السطحية نتيجة جرف الأمطار لنواتج البراكين الصلبة إلى المياه السطحية.

6) تداخل مياه البحر

يؤدي لضخ الزائد للمياه العذبة من الآبار في منطقة ما ملاصقة للبحر إلى حدوث تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية مما يسبب تغير في خواص تلك المياه لزيادة ملوحتها وانخفاض جودتها وصلاحيتها للزراعة. وإذا كانت مياه البحر تحتوي علي ملوثات كيميائية فان وصول تلك الملوثات إلى المياه الجوفية أمراً وارداً عن طريق تداخل المياه المالحة مما يؤثر علي جودة الماء الكيميائية. كما قد تصل الملوثات عن طريق تداخل المياه السطحية مع المياه الجوفية ووصول الملوثات منها إلى الخزان الجوفي. ومن أشهر الملوثات التي تلوث الخزانات الجوفية نتيجة تداخل مياه البحر أملاح النترات Nitrates والكلورايدات Chlorides.



الفصل الخامس

مراقبة نوعية المياه

5. مقدمة .

5 - 1. أهداف البرامج الرقابية لنوعية الماء .

5 - 2. أنواع برامج مراقبة نوعية المياه .

5 - 3. مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه .

5 - 4. الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية.

5 - 5. الرصد البيئي البحري للتلوث بالمخلفات السائلة.

الفصل الخامس

مراقبة نوعية المياه

5. مقدمة Introduction

المقصود بمراقبة نوعية الماء هو بيان ملائمة نوعية المياه للاستعمالات المختلفة طبقا للمواصفات والمعايير المحلية والعالمية(مثل منظمة الصحة العالمية WHO ومؤسسة حماية البيئة الأمريكية EPA) بالإضافة إلى تحديد أي تغيير أو خلل يطرأ على نوعية المياه وتحديد أسبابه ومصدره معالجته بالطريقة المناسبة.

5 - 1. أهداف البرامج الرقابية لنوعية الماء

Objectives of Monitoring Programs for Water Quality

تهدف برامج مراقبة نوعية الماء إلى تحقيق جملة من الأهداف الهامة منها:

- تأكيد تطابق وتوافق نوعية مياه الشرب مع المعايير القياسية المحلية والدولية.
- مراقبة التغيرات في الخصائص والمعايير الفيزيائية والكيماوية والجرثومية في المياه السطحية والجوفية وأتباع أسلوب الإنذار المبكر لاتخاذ الإجراءات المناسبة في الوقت المناسب منعا لتدهور النوعية المائية.
- الكشف عن بؤر ونقاط التلوث التي من الممكن أن تؤثر سلبا على نوعية المياه.
- تحديد المصادر المائية التي تحتاج إلى معالجة ودراسة متكاملة لحمايتها من التلوث وتنميتها وإيجاد الحلول المناسبة للحفاظ عليها.
- إيجاد قاعدة معلومات وبيانات دقيقة متكاملة وموثقة لكل مصدر مائي.

- رصد المصادر قبل وبعد المعالجة لإيجاد قاعدة بيانات شاملة ومعلومات كافية لصلاحية وجودة المصدر المائي تخدم صانع القرار.
- تحديد جودة أي مصدر مائي بعد انسيابه وتدفقه في الشبكات المائية.

5 - 2. أنواع برامج مراقبة نوعية المياه

Types of Monitoring Programs for Water Quality

تتعدد ببرامج مراقبة نوعية المياه باختلاف مصدر الماء ومكان وجوده واختلاف طبيعته والغرض المطلوب من الرقابة. وعموما البرامج الآتية هي اشهر البرامج المنفذة لمراقبة جودة الماء:

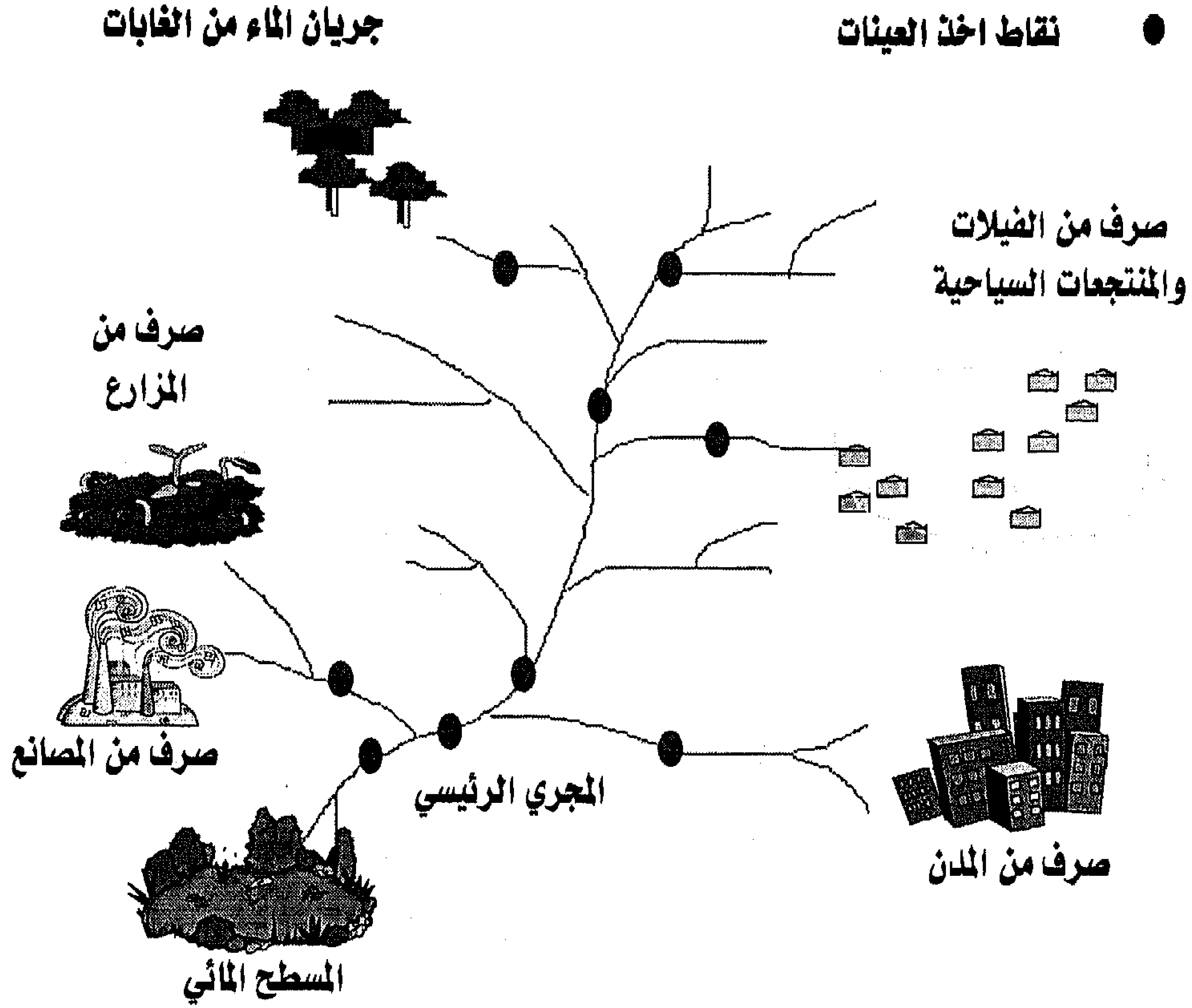
- برامج مراقبة المياه السطحية كمياه الأنهار والترع والقنوات المائية والبحيرات والبحار والمحيطات.
- برامج مراقبة المياه الجوفية كمياه الآبار الجوفية والخزانات والمستودعات الجوفية.
- برامج مراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع.
- برامج مراقبة خزانات المياه العامة وخزانات المنازل.
- برامج مراقبة المياه المعبأة.
- برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء.
- البرامج الخاصة بالمناطق النائية والمنعزلة .
- برامج مراقبة المياه في حالات الطواريء والكوارث.

1 . برامج مراقبة المياه السطحية

وهي تشمل برامج مراقبة لنوعية وجودة الماء السطحي كمياه الأنهار والترع والقنوات المائية والبحيرات والبحار والمحيطات سواء كان الماء سوف يستخدم كمياه للشرب بعد معالجته أو يستخدم في الاستخدامات الأخري كالري والزراعة والترفيه والسياحة والعلاج والاستشفاء وغيرها من مجالات الاستخدام . وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية :

- المراقبة البصرية للأنشطة البشرية المجاورة للمسطح المائي، ومنع صرف اي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة البشرية (كالفضلات البشرية في مياه الصرف الصحي) قبل معالجتها إلى المسطح المائي .
- رصد الأنشطة المائية البحرية والنهرية كحركة السفن داخل المسطح المائي وما يتبعها من مخلفات يمكن ان تصيب المسطح بالتلوث ، ومنع صرف اي مخلفات سائلة قبل معالجتها إلى المسطح المائي .
- رصد الأنشطة الصناعية المقامة علي المسطح المائي أو المجاورة له ورصد مياه الصرف الصناعي (كالملوثات المختلفة في المخلفات الصناعية السائلة) المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف اي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الصناعية قبل معالجتها إلى المسطح المائي .
- رصد الأنشطة الزراعية المجاورة للمسطح المائي ورصد مياه الصرف الزراعي المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الزراعية قبل معالجتها إلى المسطح المائي .
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من مياه المسطح المائي في مواقع مختلفة (علي المجري الرئيسي والمجاري الفرعية) لرصد أي ملوثات يمكن أن تصيب هذا المسطح .

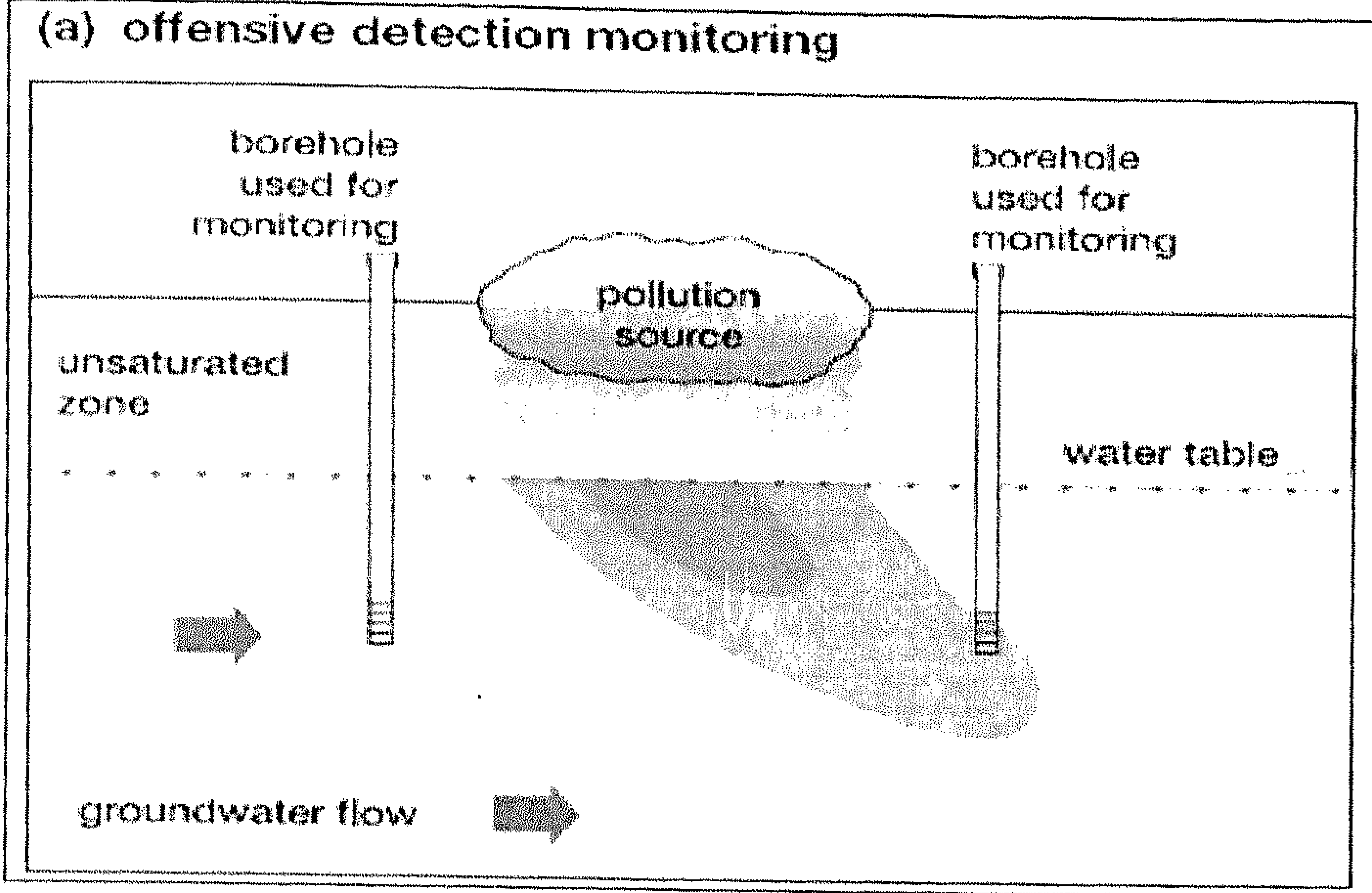
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من الرواسب القاعية للمسطح المائي في مواقع مختلفة (علي المجري الرئيسي والمجاري الفرعية) لرصد اي ملوثات يمكن ان تصيب هذا المسطح.



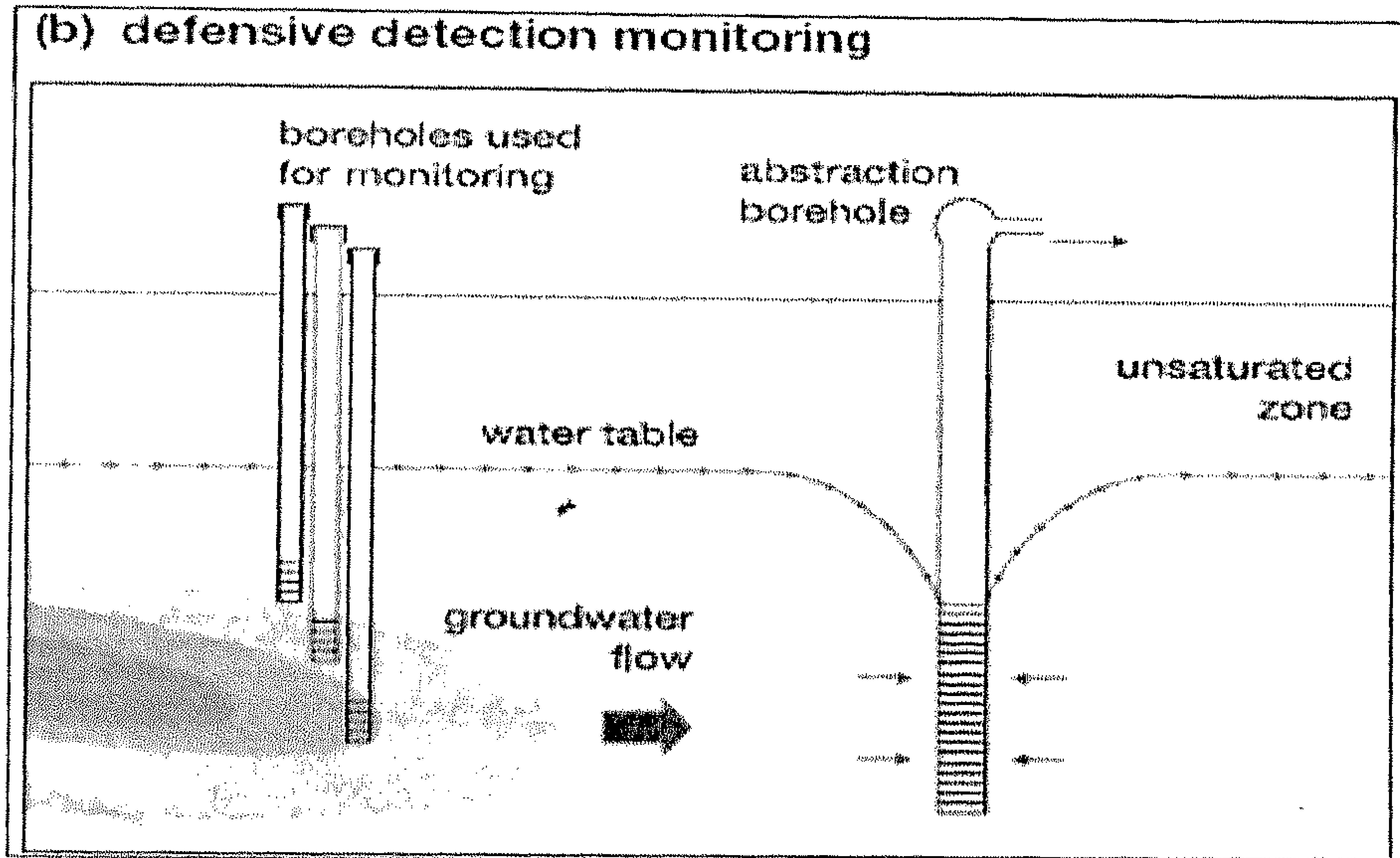
شكل 5 - 1 مخطط للمصادر المختلفة لتلوث المسطحات المائية يتضح فيها اختلاف المصادر واختلاف نوعية الملوثات وكمياتها ونقاط اخذ العينات

وهي تشمل برامج مراقبة لنوعية وجودة الماء كمياه الآبار الجوفية والخزانات والمستودعات الجوفية. وسواء كان الماء سوف يستخدم كمياه للشرب بعد معالجته أو يستخدم في الاستخدامات الأخري كالري والزراعة والترفيه والسياحة والعلاج والاستشفاء وغيرها من مجالات الاستخدام. وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية:

- المراقبة البصرية للأنشطة البشرية في المنطقة المحيطة بالخزان الجوفي، ومنع صرف اي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة البشرية (كالفضلات البشرية في مياه الصرف الصحي) قبل معالجتها في التربة المحيطة بالخزان الجوفي بمسافة كافية لمنع وصول التلوث من خلال التربة للخزان الجوفي.
- حفر آبار رصد لمراقبة نوعية المياه واخذ عينات من تلك الآبار وتحليليها كيمائيا وبكتيريولوجيا.
- عمل مسح صحى بيئى للتأكد من عدم وجود مصادر تلوث بحرم البئر الجوفي وإزالة هذه المصادر فورا أن وجدت.
- رصد الأنشطة الصناعية في المنطقة المحيطة بالخزان الجوفي ورصد مياه الصرف الصناعي (كالملوثات المختلفة في المخلفات الصناعية السائلة) المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف اي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الصناعية قبل معالجتها في التربة المحيطة بالخزان الجوفي بمسافة كافية لمنع وصول التلوث من خلال التربة للخزان الجوفي.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من مياه الخزان الجوفي لرصد اي ملوثات يمكن ان تصيب هذا الخزان.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من التربة المحيطة بالخزان الجوفي لرصد اي ملوثات يمكن ان تصل للخزان من التربة المحيطة به.



مخطط مبسط لرصد تلوث الماء الجوفي بحفر آبار رصد لمراقبة نوعية المياه بأسلوب الرصد التقليدي



مخطط مبسط لرصد تلوث الماء الجوفي بحفر آبار رصد علي أعماق مختلفة لمراقبة نوعية المياه بأسلوب الرصد الوقائي

3 - برامج مراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع.

حيث يتم مراقبة جودة ونوعية المياه التي سوف تستخدم للأغراض المختلفة بعد معالجتها في وحدات لمعالجة المياه ومراقبة نوعية الماء في خزانات المياه التي سوف يضخ من خلاله إلى المستهلكين وأيضا مراقبة جودة الماء خلال شبكة توزيع الماء. وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية :

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الخام الداخل إلى محطة المعالجة والذي سوف تتم معالجته.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية لعينات من مراحل المعالجة المختلفة للتأكد من كفاءة وحدات المعالجة في تنقية ومعالجة الماء.
- الفحوصات والاختبارات والدورية لعينات من المياه المعالجة الناتجة من وحدات المعالجة للتأكد من كفاءة المحطة ككل في التخلص من الملوثات الموجودة في الماء وكفاءة عمليات تنقية ومعالجة وتطهير المياه.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية لعينات من شبكة الضخ والتوزيع للتأكد من سلامة الماء المعالج وضمان عدم تلوثه أثناء مرحلة الضخ والتوزيع.
- التأكد من وجود إشراف فنى ومعملى على أعلى مستوى بعمليات تنقية المياه فى جميع ورديات العمل الصباحية وما بعد الظهيرة والمسائية ولا تترك فى أيدى عمالة غير فنية وخاصة فى ورديات العمل غير الصباحية.

4 - برامج مراقبة خزانات المياه العامة وخزانات المنازل.

في بعض الحالات تلي مرحلة الضخ والتوزيغ تخزين المياه في خزانات للمياه تسمي خزانات المياه العامة يستطيع المواطنون الحصول علي احتياجاتهم من الماء من تلك الخزانات. وقد يقوم المواطنون بتخزين المياه داخل المنازل في خزانات خاصة تعرف بخزانات المنازل.

وقد يحدث تلوث للماء أثناء تخزينه في مستودعات التخزين كالخزانات الأرضية والعلوية سواء كانت خزانات عامة أو خزانات منزلية التي تصنع غالبا من الخراسانة أو البلاستيك أو الفيبرجلاس أو الحديد.

وغالبا يحدث تلوث للخزانات العامة والمنزلية نتيجة لأحد الأسباب التالية :

- المياه التي تغذي الخزان ملوثة سواء كانت من الشبكة العامة أو عن طريق الوايتات.
- وجود شقوق وشروخ بجدران الخزان أدت إلى رشح مياه أو مياه الصرف الصحي (البيارات) إلى داخل الخزان.
- عدم وجود غطاء للخزان أو وجود غطاء مع عدم إحكام الغلق أو وجود فتحات بالمنطقة المحيطة بالغطاء مما نتج عنه دخول حشرات أو قوارض أو قاذورات أو مياه ملوثة إلى داخل الخزان.

وتؤخذ عينات بصفة دورية من الخزانات الأرضية والعلوية ومن الصنابير بالإضافة إلى أخذ عينات من مصادر المياه التي تغذي هذه الخزانات(من الشبكة العامة أو الآبار). وتشمل برامج المراقبة لخزانات المياه العامة ولخزانات المنازل العمليات الآتية :

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الداخل إلى الخزان العام (الماء المغذي للخزان) للتأكد من سلامة الماء الوارد إلى الخزانات العامة وضمان خلوه من الشوائب والملوثات خاصة الملوثات من المرضات والكائنات الحية الدقيقة.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الخزان العام نفسه للتأكد من سلامة الماء داخل الخزان وضمان خلوه من الشوائب، وعدم وصول الملوثات إليه، وعدم نمو الملوثات البيولوجية داخله، وعدم تفاعل مادة الخزان مع الماء مسببة تلوثه وتغيره.

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الخاص بالشبكة الموصلة لخزانات المنازل لضمان سلامة الشبكة وسلامة وجودة الماء الوارد المغذي إلى الخزانات المنزلية.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الخزان المنزلي نفسه للتأكد من سلامة الماء داخل الخزان وضمان خلوه من الشوائب، وعدم وصول الملوثات إليه، وعدم نمو الملوثات البيولوجية داخله، وعدم تفاعل مادة الخزان مع الماء مسببة تلوثه وتغيره.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الصنبور للتأكد من سلامة الماء الخارج من الخزان وضمان عدم تلوث الشبكة المنزلية داخل المنزل وسلامة كافة الصنابير.

5 - برامج مراقبة المياه المعبأة.

مياه الشرب المعبأة هي مياه يتم معالجتها كيميائياً بإحدى الطرق المتعارف عليها لتقليل تركيز مكوناتها الكيميائية لتصبح ضمن الحدود المقررة لمياه الشرب المعبأة والواردة بالمواصفات القياسية المحلية والدولية لمياه الشرب المعبأة. ومياه الشرب المعبأة هي مياه نقية طبيعية ومعالجة أو معاملة صالحة للاستهلاك الادمي ويتم تعبئتها في عبوات مختلفة الأشكال والأحجام. وتشمل برامج المراقبة علي مياه الشرب المعبأة المراقبة داخل مصانع صناعة هذه المياه واخذ عينات من المياه المنتجة من الاسواق لفحصها كيميائيا وجرثوميا. ويتم ذلك من خلال العمليات الآتية:

- فحص مصدر الماء المغذي للمصنع كيميائيا وبكتيريولوجيا والتأكد من أنه مصدر نقي وغير ملوث وبعيدة عن مصادر التلوث.
- أخذ عينات يومية من مصدر المياه العمومي للمصنع (إن وجد) أو من المياه الواردة للمصنع بواسطة سيارات النقل المخصصة لمياه الشرب لفحص المياه

بكتيرولوجيا وكيميائيا للتأكد من صلاحيتها للاستهلاك ومطابقتها للمواصفات القياسية المقررة.

- فحص خزانات المياه وأنابيب الضخ وأجهزة تغطية الزجاجات جرثوميا والتأكد ان كل هذه الأماكن يتم غسلها وتعقيمها بصورة دورية يومياً ببخار الماء أو بمحلول الكلور بتركيز 200 جزء في المليون لمدة 20 دقيقة أو 100 جزء في المليون لمدة 30 دقيقة ثم يغسل بعد ذلك بماء نظيف حيث تكون في حالة نظيفة دائماً، والتأكد من إجراء عمليات الصيانة اللازمة لها.
- فحص خزانات سيارات نقل المياه، وفحص فتحات هذه الخزانات من حين لآخر، مع أخذ عينات للفحص الجرثومي.
- فحص العبوات واغطيتها والتأكد من انها مصنعة من مواد صحية ليس لها تأثير على المياه أو صحة الإنسان.
- القيام الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من المياه المنتجة داخل المصنع بصورة دورية طبقا لما تنص عليه المواصفات القياسية.
- يتم أخذ عينات من المياه من العبوات الموضوعة في المستودع أو من خط الإنتاج عشوائياً بطريقة صحيحة تمثل جميع الظروف(التعبئة والإنتاج والتخزين). على أن يكون عدد الزجاجات المرسلة للتحليل كما هو موضح بالجدول التالي :-

جدول 5 – 1

عدد الزجاجات المرسلة للتحليل

عدد العينات التي يجب فحصها في الشهر	عدد الزجاجات المنتجة في الشهر
1	1000 – 1
2	5000 – 1001
3	10.000 – 5001
4	15.000 – 10.001
5	25.000 – 15.001
6	35.000 – 25.001
7	50.000 – 35.001
8	50.001 – فما فوق

– تطبق مراقبة المياه المعبأة في مصانع إنتاج مياه الشرب أيضا علي مصانع الصلج التي تنتج ثلج صالح للاستهلاك الآدمي والناتج من تجميد المياه الصالحة للشرب والمطابقة للمواصفة القياسية المحددة. ويراعي الاشتراطات الآتية عند اخذ العينات :

- أن تتخذ الاحتياطات اللازمة لحماية العينات والأدوات والأوعية المستخدمة في حفظها من أي تلوث.
- أن تكون أوعية العينات ذات فوهة واسعة ومصنوعة من الزجاج أو من أي مادة أخرى مناسبة وأن تكون نظيفة وجافة وذات أغطية مناسبة.
- أن تؤخذ العينات بطريقة عشوائية باستخدام الأدوات المناسبة لتكسير أو تقطيع قوالب الثلج على أن تؤخذ عينات الاختبارات الجرثومية أولاً وأن تكون الأدوات والأوعية المستخدمة في أخذها معقمة.
- أن توضع العينات الخاصة بالكشف عن العناصر المشعة في أكياس من بلاستيك عديد الإثيلين على أن يتم فحص العينات بعد أخذها مباشرة.

- ألا يقل حجم عينة الاختبار عن 2كجم للاختبارات المشعة والفيزيائية، 1كجم للاختبارات الميكروبيولوجية، 1 كجم للكشف عن العناصر المشعة.
- أن تنقل عينة الاختبار بطريقة مناسبة تمنع أي تلوث وبحيث تصل إلى المختبر تامة التجميد.

6 - برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء.

العملاء المستخدمين والمستهلكين للماء قد يشتكون من جودة الماء من حيث الطعم أو الرائحة أو اللون أو وجود ملوثات أو شوائب أو ظهور أعراض مرضية عليهم نتيجة لاستخدام الماء سواء كان هذا الماء من الشبكة العمومية أو من الخزانات العمومية أو من خزانات المنزل أو كان ماء معبأ. وتشمل برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء الآتي:

- فحص مصدر الشكوي واخذ عينات منه لفحصها بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من صلاحية الماء للاستهلاك الآدمي.
- فحص مصدر الماء المغذي للماء مصدر الشكوي بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من خلو المصدر من اي مصدر للتلوث.
- اخذ عينات بصورة دورية من صنابير المنازل للمستهلكين لفحصها بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من صلاحية الماء للاستهلاك الآدمي.

7 - برامج مراقبة المياه في حالات الطواريء والكوارث

توجد بكل مدينة أو تجمع سكني خزانات أو آبار للماء عند حدوث طواريء تسمي خزانات أو آبار الطواريء وتشمل عمليات مراقبة تلك المستودعات ما يلي:

- تحصر آبار الطوارئ وتقدر كميات المياه الممكن تصرفها منها ويراعى أن تكون الآبار متواجدة في أماكن متفرقة من المدنية وخارج العملية الأصلية.
- تؤخذ عينات مياه من هذه الآبار لفحصها كيمائيا وبكتريولوجيا للتأكد من صلاحيتها للشرب.

- التأكد من وجود العدد الكافى من ماكينات الضخ اللازمة لهذه الآبار وصلاحيتها للعمل.
- التأكد من خلو مواقع هذه الآبار من مصادر التلوث.

وبالنسبة لحالات الطواريء والكوارث الطبيعية كما في معسكرات معسكرات اللاجئين ومناطق الإيواء التي يتم مد إليها مصادر للماء فان عمليات المراقبة تشمل ما يلي:

- التأكد من سلامة المياه وصلاحيتها للإستهلاك الآدمي بأخذ العينات للفحص البكتريولوجى ومسببات الأمراض.
- التأكد من وجود كلور متبقى لا يقل عن 0.5 جزء فى المليون.
- إنشاء مجموعات حنفيات موزعة فى المعسكرات ومناطق الإيواء لتيسير الحصول على المياه وإيجاد طرقة لصرف المياه العادمه.

أما في حالات عدم توفر مورد مياه عام فانه يراعي:

- ينظر فى إنشاء بئر جوفى أو أكثر وتتخذ الإجراءات اللازمة نحو التأكد من سلامة المياه وتطهير البئر.
- يفضل إضافة كلور للمياه منعا لانتشار الأمراض.
- حصر موارد المياه الخاصة القريبة (إن وجدت) والتأكد من صلاحيتها للاستخدام الآدمي وتوجية المقيمين لاستخدام المياه التى ثبت صلاحيتها وخلوها من مسببات الأمراض.

فى حاله تعذر الحصول على مياه من موارد عامة أو خاصة قريبة تتخذ الإجراءات نحو نقل المياه الصالحة للاستهلاك الآدمي إلى المعسكرات ومناطق الإيواء وتتخذ الاحتياطيات الخاصه بتطهير ناقلات المياه وتعقيم المياه المنقوله بمركبات الكلور بحيث لا يقل الكلور المتبقى بالمياه عن 0.5 جزء فى المليون بعد فترة تلامس داخل المياه المنقوله لا يقل عن 30 دقيقة قبل السماح بتوزيعها على الأهالي.

8 - برامج مراقبة المياه عند حدوث الأمراض والأوبئة

عند تفشي مرض أو وباء معين داخل مدينة أو قرية أو إقليم معين وخاصة إذا كان هذا المرض من الأمراض المتعلقة بالماء فان اول القواعد المتبعة هي التأكد من سلامة وجودة الماء داخل المنطقة المؤبؤة وعمل برامج صارمة لمراقبة المياه لمنع زيادة تفشي الأمراض عن طريق حدوث تلوث للمياه، ومن اهم الإجراءات والبرامج المتبعة في هذه الحالات :

- التقصى الوبائى للحالات المرضية لمعرفة مصدر العدوى.
- المسح البيئى للتعرف على مصادر الشرب عامة أو خاصة.
- طرق التخلص من المخلفات الآدمية(مياه المجارى) – القمامة – طفح مجارى – مصارف ومصادر تلوثها – أماكن بيع المشروبات المثلجة والطعام – أماكن بيع الثلج ومصدره – حصر الخزانات العامة والخاصة. مجموعات حنفيات المياه المجانية – الطلمبات الحبشية – أعمال حفر أو إنشاءات – تغيير خطوط مياه بالشبكة – كسور مواسير المياه أو وصلات المنازل – وجود خطوط مياه ممتدة بجوار المصارف أو مغطاه بمياه المصارف أو طفح المجارى.
- التعرف على مصدر مياه الشرب بمنازا الحالات المرضية.
- أخذ عينات مياه للفحص البكتريولوجى(المجموعة القولونية – باسيل القولون النموذجى – وللبكتريا مسبب المرض المنتشر بين الأهالى) من :

1) طرد العملية مع قياس الكلور المتبقى.
2) من الشبكة مع قياس الكلور المتبقى.
3) من البئر الجوفى (أن وجد) والشبكة.
4) من خزانات المياه أعلى المنازل (أن وجد).
5) من مصادر مياه الشرب فى منازل الحالات المرضية.
6) من مياه المصارف.

7) عينات الثلج.
8) من المناطق التى بها كسور بالشبكة أو وصلات المنازل.
9) من الترع أو المجارى المائية العذبه.
10) من مآخذ عملية تنقية المياه المرشحة.
11) من أماكن إعداد المشروبات المثلجة والآيس كريم.

- **متابعة نتائج العينات معمليا**

أهم الإجراءات التى تتخذ :

سوف تبين نتائج عينات المياه علاقة المرض أو الوباء بمياه الشرب ولكن نتخذ الإجراءات الآتية العاجلة وهى :

1) إصلاح الكسور ووصلات المنازل فوراً
2) تطهير مياه مآخذ عملية المياه بمسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم.
3) إضافة كلور مبدئى للمياه الداخلة إلى عملية تنقية المياه بجرعة لا تقل عن 6 جم /م3 ولا يقل الكلور المتبقى فى طرد العملية عن 2 دزء فى المليون وفى الشبكة لا يقل عن 0.5 جزء فى المليون.
4) تطهير البئر الجوفى (أن كان هو مصدر) والخزان العلوى والشبكة وإضافة كلور غاز للمياه الخارجة من البئر الجوفى إلى الشبكة.
5) إزالة أكوام القمامة وكسح طفح المجارى - ورش أماكنها بمحلول مركز من مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم يوميا.
6) زيارة مصنع الثلج الذى يمد المنطقة به والتأكد أن مياه تصنيع الثلج مطابقة للمعايير البكتريولوجية أو عند ثبوت تلوث هذه المياه بمسبب المرض.
7) أخذ عينات مياه معبأه ممثلات لجميع الشركات المنتجة والمشروبات وفحصها بكتريولوجيا ولمسبب المرض. واتخاذ الإجراءات فى حالة عدم المطابقة للمعايير البكتريولوجيه المقررة.

8) إتخاذ الإجراءات الوقائية الأخرى طبقا للتعليمات مثل المخالطين أو التوسع فى أخذ المسحات بين الأهالي والمخالطين. . . . . . الخ.

9 - الاجراءات المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصحي (مياه المجاري)

1) وقف ضخ مياه المجارى إلى المجرى المائى العذب فورا وتحويل مياه المجارى إلى أقرب مصرف وسرعة إصلاح الأعطال بمحطة تنقية المجارى.

2) وضع الحواجز حول المآخذ لمنع تسرب المواد الطافية وجثث الحيوانات إلى مياه المآخذ.

3) وقف ضخ المياه من المآخذ ووقف تشغيل وحدات التنقية واتخاذ إجراءات غسيل وتطهير وحدات التنقية والشبكة.

4) بعد تطهير الشبكة يمكن ضخ مياه الآبار الجوفية لتزويد الأهالي بالمياه بشرط أن تكون صالحة للاستهلاك الآدمي وأن يتم تعقيمها بالكلور داخل شبكات المياه وألا يقل الكلور المتبقى فى الشبكات عن 0.5 جزء فى المليون وتؤخذ عينات من الشبكة للتأكد من سلامة هذه المياه من الوجهة البكترية والكيميائية والطبيعية.

5) أخذ عينات من المجرى المائى ومآخذ عملية المياه وفحصها معمليا وكيمائيا وبكتريولوجيا وللضمات ومشببات الأمراض والمحتوى البكترى (المجموعة القولونية - باسيل القولون النموذجى - الضمات - السامونيلا). وتؤخذ العينات تباعا حتى تعود خواص مياه المآخذ إلى طبيعتها قبل التلوث.

6) يمكن تطهير مياه المآخذ والمجرى المائى بإضافة كميات محسوبه من مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم لأكسدة المواد العضوية وقتل مسببات الأمراض.

7) يعاد تشغيل عملية تنقية المياه عند التأكد من عودة مياه المآخذ إلى خصائصها الطبيعية والكيميائية والبكترية قبل التلوث وبشرط إضافة كلور مبدئى للمياه العكره الداخلة إلى وحدات التنقية بجراعات لا تقل عن 4 ~ 6 جم / م3 وألا

يقل الكلور المتبقى فى طرد العملية عن 2 جزء فى المليون وفى الشبكة لا يقل عن 0.5 جزء فى المليون .

8) تتابع عملية المياه بأخذ العينات من وحدات التنقية والشبكة وفحصها بكتريولوجيا وللضمات ومسببات الأمراض الأخرى كالسالمونيلا مع قياس الكلور المتبقى يوميا فى طرد العملية وفى إنحاء متفرقة من الشبكة.

10 - الإجراءات المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصناعي

- تتبع نفس الخطوات السابقة المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصحي
- أخذ العينات من المجرى المائى والمآخذ لفحصها كيميائيا للتعرف على المواد العضوية والمواد الكيميائية والمواد الملونه والسامة والمعادن الثقيلة والمبيدات الحشرية بالإضافة إلى الخصائص الطبيعية والميكروبيولوجية ودرجة التركيز الأيونى للأيدروجين .
- تؤخذ العينات تباعا حتى تعود المياه بالمجارى المائى والمآخذ إلى حالتها الطبيعية قبل التلوث .
- يعاد تشغيل عملية التنقية بعد إزالة جميع الملوثات وعودة المياه بالمآخذ إلى طبيعتها الأصلية.

مثال لجمع العينات من أحد المجاري المائية

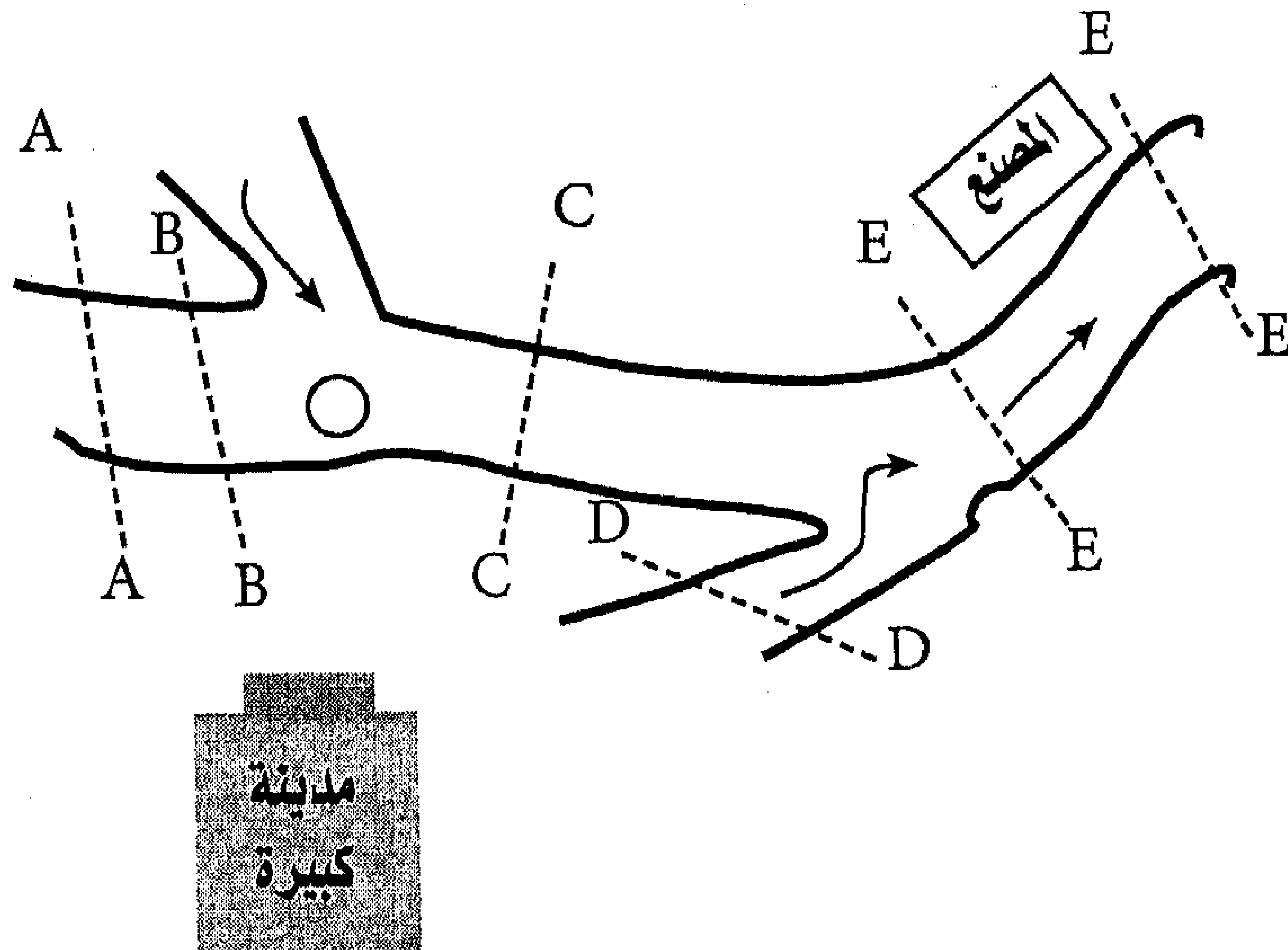
تجمع عينات بصفة دورية من المجاري المائية للتأكد من خلوها من التلوث بمياه الصيرف الصناعي ولكشف كافة الممارسات البيئية الغير سليمة والمخالفات البيئية التي تقوم بها الهيئات والأفراد ضد المجري المائي.

يعتمد اختيار محطات ومواقع جمع العينات علي المجري المائي المراد أخذ العينات منه لمعرفة مدي سلامة أو تلوث مياهه علي ما يلي :

- توافر وسائل الأمان في الموقع .
- سهولة القيام بعملية جمع العينات في الموقع .

نقاط جمع العينات أو موقع المحطات لابد ان تغطي المناطق الآتية كما يبين الشكل التالي:

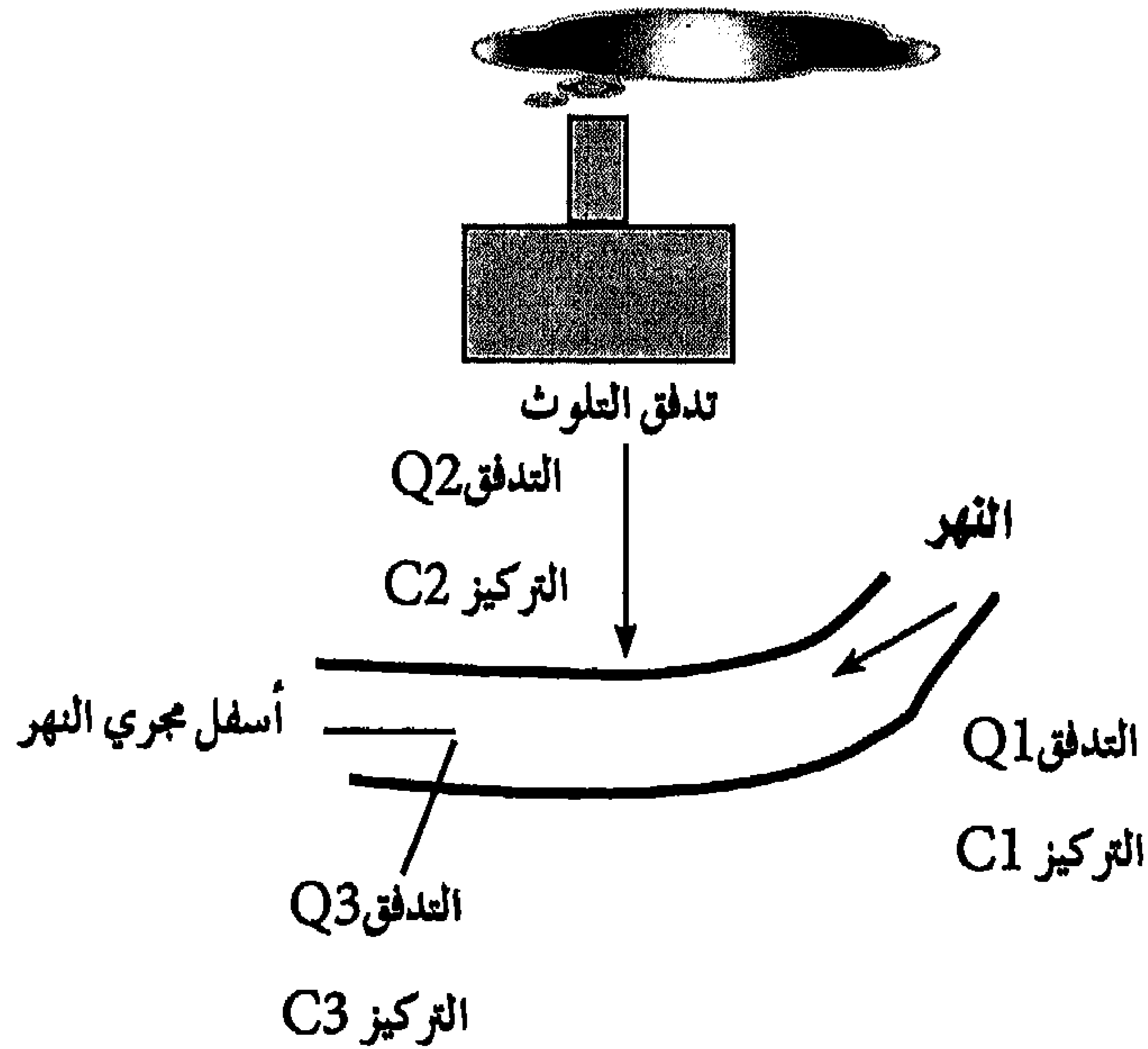
- محطات قياس معدل تدفق المجري المائي (النهر مثلا) .
- جمع عينات من مصدر النهر نفسه لتعيين جودة ونوعية مياهه A A .
- موقع لجمع العينات من المدن الكبيرة في اتجاه مجري النهر CC
- موقع لجمع العينات عند التقاء الروافد والنهر الرئيسي (E – E ، D – D).
- نقطة مصرف الماء للمياه المزودة للتجمعات السكنية في المدن (B – B).
- موقع لجمع العينات عند نقط صرف الصناعات الكبيرة ، المتوسطة أو الصغيرة التي تسبب تلوث المياه (F – F).
- أماكن السباحة وأماكن الترفيه .
- نقاط كثيرة من نقاط الري بمياه النهر .



مواقع جمع العينات علي مجري أحد الأنهار

أمثلة لتحديد درجة التلوث لاحد المياه المستقبلة للصرف الصناعي

يمكن تحديد درجة التلوث الذي تحدثه احد المنشات الصناعية التي تصرف صرفا صناعيا علي المياه المستقبلة وتقييم كمي لتأثير صرف الملوثات علي المياه المستقبلة وأول خطوة في ذلك هو تحديد إتزان الكتلة. من خلال الشكل التالي والذي يبين صرف وتدفق للملوثات إلى احد الانهار فانه من الممكن تحديد تركيز الملوثات أسفل مجري النهر، نفترض الخلط التام مع المحافظة علي الكتلة.



مخطط لمفهوم إتزان الكتلة الخاص بتلوث أحد الأنهار من أحد المصانع

من خلال المعادلة:

$$Q1 \times Cl + Q2 \times C2 = Q3 \times C3$$

حيث أن

Q1 هو تدفق النهر .

Cl هو تركيز الملوثات في تدفق النهر .

Q2 هو تدفق الملوثات المصروفة من المصنع علي النهر.

C2 هو تركيز الملوثات المصروفة من المصنع علي النهر.

Q3 هو تدفق أسفل النهر (التدفق بعد صرف وخلط الملوثات مع النهر).

C3 هو تركيز الملوثات أسفل مجري النهر (التركيز بعد صرف وخلط الملوثات مع النهر).

فان مجموع التدفق إلى نقطة معينة يساوي مجموع التدفق الخارج منها هذا يعني أن :

$$Q3 = Q1 + Q2$$

إذا C3 هو تركيز الملوثات أسفل النهر (التركيز بعد صرف وخلط الملوثات مع النهر) يمكن حسابه بسهوله.

اعتماد علي طبيعة الملوث فانه من الممكن حساب التركيزات في النقاط أسفل مجري النهر بعد صرف وتدفق الملوثات.

مثال عملي 1

تدفق لمجري النهر يبلغ 0.1 م3 في الثانية وتركيز للكلوريد يبلغ 52 مجم/لتر استقبل صرف مياه من المناجم بتدفق يبلغ 0.025 م3 في الثانية وتركيز للكلوريد يبلغ 1250 مجم/لتر.

عن طريق إتزان الكتلة فان :

$0.1 \times 52 + 0.025 \times 1250 = (0.1+0.025) \times$ تركيز الكلوريد أسفل مجري النهر

ومن ثم فان تركيز الكلوريد أسفل مجري النهر = $(5.2+31.25)/0.125 = 291.6$ مجم /لتر.

من المهم ذكر ان الكلوريد ملوث غير قابل للانحلال، ولكن اذا كان الملوث قابل للانحلال والتحلل فان تركيزه أسفل مجري النهر سوف يقل نتيجة للتحلل والاضمحلال.

مثال عملي 2

ما هي درجة حرارة مياه مصنع يصرف 5 متر مكعب / ثانية علي نهر إذا كانت درجة حرارة مياه النهر 5 مئوية وتصريفه 30 متر مكعب / ثانية، ودرجة حرارة النهر بعد المزج بمياه المصنع لا تزيد عن 8 مئوية.

تمثل المعادلة التالية العلاقة بين تصريف المياه من مصنع ومياه النهر الذي تقذف إليه المخلفات، ودرجة حرارة مياه المخلفات المصنع ومياه النهر، ودرجة حرارة مياه النهر بعد مزجه بمياه مخلفات المصنع.

$$Q1\,T1 + Q2T2 = (Q1+Q2)\,T$$

حيث أن Q1 و Q2 تصريف مياه المصنع والنهر علي التوالي م3 / ثانية

T1 و T2 درجة حرارة مياه المصنع والنهر علي التوالي درجة مئوية

T درجة حرارة مياه النهر بعد مزجها بمياه المصنع درجة مئوية.

- من المهم معرفة أنه عند وجود عدة مصانع قريبة من بعضها فانها تعد مصدر واحد لقذف المخلفات والمياه الحارة مما يزيد من خطر التلوث.

الحل :

$$Q1\,T1 + Q2T2 = (Q1+Q2)\,T$$

$$5 \times T1 + 30 \times 5 = (5+30)\,8$$

$$T1 = 280 - 150 / 5 = 26\ °C$$

مثال عملي 3

مشروع طاقة كهربية يطلق تدفق يبلغ 27 قدم مكعب في الثانية في مجري نهر يبلغ تدفقه 186 قدم مكعب في الثانية. تركيز البورون المتدفق من مشروع الطاقة يبلغ 8.9 مجم/لتر بينما يبلغ تركيزه في النهر 0.051 مجم/لتر كم يبلغ تركيز البورون أسفل مجري النهر.

عن طريق معادلة اتزان الكتلة فان :

$186 \times 27 + 0.051 \times 8.9$ = (186+27) ×تركيز البورون أسفل مجري النهر

ومن ثم فان تركيز البورون أسفل مجري النهر =

$(9.486 + 240.3)/213 = 1.172$ مجم/لتر

محطات مراقبة التلوث الطاريء للمياه

تهدف محطات المراقبة والإنذار إلى الوقاية ضد التلوث الطارئ، الذي قد يهدد تزويد محطات التنقية أو مياه الأنهار أو الأحواض المائية، ويمكن إنشاؤها على مستوى الأنهار ومحطات معالجة المياه السطحية والأحواض المائية.

يجب أخذ العينات، بواسطة أجهزة تحليل أوتوماتيكية بشكل مستمر، بحث تسمح بمعرفة حالة جودة الماء في أي وقت، فانطلاقاً من معلومات معينة يزود بها نموذج معلوماتي، يقوم هذاالأخير، وبالاستناد إلى النظام الهيدروليكي للنهر، بحساب تطور البقعة الملوثة طيلة المدة التي استغرقتها بين محطة الإنذار ومأخذ الماء. وبهذا الشكل سنحصل على :

- الرسم البياني لمرور البقعة أمام مأخذ الماء.
- زمن الوصول.
- تغير تركيز المادة الملوثة بالموازاة مع تطور البقعة.

تجهز محطات الإنذار عادة بمعدات لأخذ عينات من الماء باستمرار وفي أوقات محددة، تنقل بعد ذلك إلى المختبر لتستخدم عند الضرورة في تحديد الطبيعة الحقيقية للمادة الملوثة وفي اختبارات القابلية للمعالجة، أي أنها تحدد لكل مرحلة من مراحل المعالجة المعتمدة في المعمل، طبيعة التخفيض الذي تتيحه في ما يتعلق بالتلوث، حسب نسب المعالجة المتوفرة وباستعمال الكواشف الخاصة بالأزمات، كمسحوق الفحم المنشط مثلاً.

بناء على ما يقدمه النموذج المعلوماتي واختبارات القابلية للمعالجة، يقرر المعمل التدابير التي يتم اتخاذها.

هكذا، يتم استغلال الوقت الذي يسبق وصول بقعة التلوث لتوفير أقصى ما يمكن من الماء، لملء خزانات الماء المعالج.

أما الفترة الثانية والممتدة بين وصول البقعة وحد تركيز المادة الملوثة الذي يعادل نسبة القابلية للمعالجة، فستستغل في توفير المزيد من الماء، لكن عبر المعالجة الخاصة بالأزمات. ومادامت المساحات الموجودة خلف البقعة هي الأكثر تلوثاً، فإنها تستعصي على المعالجة، وبالتالي فسيتم التزود بالماء، في هذه الحالة، انطلاقاً من الخزانات الاحتياطية والقنوات المشتركة مع الشبكات المجاورة.

يستطيع النموذج المعلوماتي حساب مدة فترة توقف المعمل هذه، وهو ما يسمح للموزع بالاستعمال الأمثل لرصيده الاحتياطي. وبعدما تخف نسبة التركيز وتهبط إلى ما دون مستوى القابلية للمعالجة، يتم إعادة تشغيل المعمل في إطار الأزمة إلى أن تزول بقعة التلوث.

يعتبر التحليل الدائم، أداة لتدبير الجودة تحتل اليوم مكانة ما فتئت تزداد أهميتها في المهن المرتبطة بالماء، لاسيما على مستوى وحدات المعالجة، كما يمكن اعتباره كذلك أداة للمراقبة، توفر قياسات تساهم في إغناء قواعد المعطيات المتعلقة بجودة الماء. فللتحاليل الدائمة للماء استعمالات نذكر منها ما يلي :

- مستوى مصداقيتها، مقارنة مع قياسات المختبر.
- الدقة والتكرار في المعطيات المحصل عليها.
- تتبع جودة الماء في الزمن الفعلي.

يمكن لهذه التقنية أن تشكل أداة مهمة يتم اعتمادها على مستوى محطات المعالجة التي تزود المدن الكبرى.

5 - 3. مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه

Water Quality Monitoring by Water Sources Environmental Scanning

المسح الصحى البيئى هى عمليه تستهدف تقييم جميع العناصر البيئية والخدمات التى من الممكن أن تؤثر فى موارد المياه ومستوى الإصحاح البيئى وصحة المجتمع.

ويجب أن يقوم أفراد الجهاز الصحى القائمون على خدمات الصحة الوقائية وصحة البيئه بإجراء المسح الصحى البيئى لمنطقتهم وذلك من أجل : -

أولاً : توفير قاعدة بيانات واقعية لديهم تمكنهم من تقييم المستوى البيئى لموارد المياه والمرافق الصحية لمجتمعهم حتى يمكنهم التصدى لأى طارئ قد يتعرض لهم، وأهم تلك البيانات : -

1) تعداد السكان فى المنطقه وعدد التجمعات السكانية ورسم خريطة للتوزيع السكانى فى المنطقة.
2) تحديد مصدر أو مصادر المياه للمنطقة.
3) مدى توافر شبكات التوزيع ونسبة تغطية المنازل بشبكات المياه وحالة الشبكات.
4) أسلوب حصول السكان على إحتياجاتهم من المياه. وهل يتم ذلك عن طريق وصول المياه إلى منازلهم أم إلى حنفيات عامة أم عن طريق التخزين أو المياه المنقولة.
5) كمية المياه المنتجة يومياً وهل تكفى جاحة السكان ومدى توافر المياه على مدار اليوم.

ثانيا : يجب أن يقوم المسئولون عن الرقابة على الإصحاح البيئى بزيارة مورد المياه للمنطقة وإجراء المراجعة البيئية على الطبيعة وذلك من أجل تحديد : -

1) نوعية المعالجة التى تتم للمياه.

2) مدى مطابقة مصدر المياه للشروط الصحيه من حيث الموقع – المأخذ – البعد عن مصادر التلوث.

3) خطوات التنقية المتبعة للمياه.

4) مدى توافر الشروط الصحية فى بناء محطة التنقية ومطابقة المروقات والمرشحات للمواصفات الصحية.

5) وجود الخزانات الأرضية والعلوية للمياه ومدى مطابقتها للشروط.

6) نظافة محطة المعالجة وتوافر العماله اللأزمة.

7) مدى توافر مواد الترويق والتعقيم وصلاحية أجهزة إضافة الكلور والشبه

8) الأطلاع على نظام الرقابة الداخليه بالمحطة ومدى تجهيز المعمل بالمعدات اللازمة وتدريب أفراده ومدى المعلومات المتوافرة لديهم حول المعايير والمواصفات الصحيه لمياه الشرب.

ثالثاً : لا يتم أستكمال المسح البيئى لمورد المياه سوى بالأطلاع على حالة مياه المأخذ والمياه المنتجة ومدى مطابقتها للشروط الصحية والمعايير ولذلك يجب أن يقوم المكلف بالمسح بالإطلاع على نتائج العينات السابق تحليلها خلال العامين السابقين ثم يقوم بأخذ عينات وقت إجراء المسح وذلك للتحليل الكيميائى والبكتريولوجى للمطابقة للمعايير وذلك من المأخذ ومن طرد للعملية.

رابعاً : يجب أن يتم المسح البيئى والمعاينة لمصادر المياه فى وجود مندوب عن الجهة المنتجة للمياه او الوحدة المحلية كما يجب أن يتم بشكل منتظم وأن يتم ملئ الإستمارة الخاصة بإجراء المسح فى الموقع وذلك لاستكمال كافة البيانات وعدم إغفال أى نقطة كما يجب على القائم بالمسح تحديد مواطن الخطر والنقاط التى تحتاج إلى إصحاح وإخطار القائمين على إنتاج المياه بها فى حينه وتحديد موعد الزيارة التالية لمتابعة إصحاح الموقف.

خامساً : عند المرور على محطات المياه الجوفية يجب تحديد حرم البئر بدقة وعدد الآبار الموجودة وعمق كل بئر وكمية تصريف المياه من كل بئر كما يجب تحديد التعديات على حرم البئر إن وجدت ومعرفة سعة الخزانات العلوية وإستيفائها للشروط وإذا كانت مستخدمه أم لا ومعدل مرات الغسيل والتطهير للخزان.

كما يجب أن تحتفظ المحطة بسجل يحدد فيه مواعيد وخطوات الغسيل والتطهير للخزان يوقع عليه من القائم بالمرور والمراجعة.

سادساً : يجب أن يشمل المسح البيئى لمصادر المياه المعلومات الكاملة عن الشبكة ويتم المرور على الشبكة وتفقد حالتها وقد يتم زيارة بعض المنازل فى مواقع متفرقه وسؤال المنتفعين عن حالة ومدى توافر المياه وساعات التشغيل

سابعاً : يعد متابعة وتقييم خدمات الصرف الصحى مكملاً للتقييم البيئى لمصادر المياه وذلك لما لتأثير التصرف الصحى للمياه العادمة على حالة المياه فى المجارى المائية وكذلك حالة المياه الجوفية.

لذلك يجب أن تحتفظ فى وحدات تقديم خدمات صحة البيئة بتقارير وافية عن حالة خدمات الصرف وحالة الإصحاح البيئى للمرافق الصحية بصفة عامة.

5 - 4. الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية [*]

Environmental Monitoring of Water Sources in Arab Countries

تهدف إدارة الموارد المائية إلى تحقيق الإستخدام المستدام للموارد المائية من خلال حماية وتحسين نوعيتها مع المحافظة على التنمية الإقتصادية والإجتماعية. ويتطلب تحقيق هذا الهدف إلى وجود تعريف دقيق لإحتياجات المجتمع ورغباته وكذلك تضافر كل الجهود لحماية الموارد المائية من التدهور. وتسمى هذه الإحتياجات بالقيم البيئية

[*] الدليل التدريبي عن النواحي البيئية فى الإدارة المتكاملة للموارد المائية في المنطقة العربية شبكات الرصد البيئي ٢٠٠٨

Environmental Values للمجرى المائى ومن الممكن أن تشتمل على قيم لكل من مياه الشرب ، السباحة ، الصيد ، الترفيه ، الصناعات الغذائية المرتبطه بالزراعة فضلاً عن الحفاظ على النظام البيئى Ecological System .

ومن أجل الحفاظ على هذه القيم البيئية المطلوبة من المجتمع فقد تم وضع معايير وإرشادات نوعية المياه لتوفير وسيلة موضوعية للحكم على جودة المياه ويوجد الآن العديد من المراجع والإرشادات الخاصة بنوعية المياه نذكر منها على سبيل المثال USEPA ، 1986 a ، CCRM ، 1991 ، ANZECC ، 1992 . وعموماً فإن معظم هذه الإرشادات تبدو متشابهه الى حد ما فى المنهج وفى القيم الحدية Threshold Val-ues التى يوصى بها .

1) أهمية شبكات الرصد والمسح البيئي فى إدارة موارد المياه للبلدان العربية

معظم بلدان العالم تعاني من مشاكل التلوث في الموارد المائية لديها ، و البلدان العربية تعانى من ندرة المياه العذبة مما يعوق عمليات التنمية الإجتماعية والإقتصادية بها . بالإضافة إلى ذلك فإن تدهور نوعية المياه وزيادة معدلات التلوث بشكل مطرد فى المجارى المائية الموجودة بهذه البلدان يحد من العديد من الإستخدامات الممكنه لموارد المياه العذبة . ويمكن تحديد مصادر التلوث الرئيسية للمياه العذبة وهى : -

- استنزاف الموارد وبخاصة غير المتجددة .
- الإستخدام الجائر لكل من الأسمدة والمبيدات الحشرية فى العمليات الزراعية .
- التخلص من مياه الصرف الصحى والصناعى فى الأنهار والبحيرات .
- وجود النفايات الصلبة على ضفاف المجارى المائية مما يسبب تسربات غير صحية الى المياه السطحية والجوفية وما قد ينتج عن ذلك من مخاطر صحية. وعلى الرغم من أن المواد الكيميائية السامة والناتجه من النفايات الصحية والصناعية ليست واسعة الإنتشار فى الوقت الحاضر فى المنطقة العربية إلا

أن تزايد معدلات النمو الصناعى فى المنطقة وما يرتبط به من النفايات السائلة ستكون له عواقب أكثر خطورة على الصحة العامة والبيئة فى المستقبل.

وقد أدركت معظم البلدان فى المنطقة العربية حقيقة تدهور نوعية المياه ومدى الحاجة الى مواجهة هذا التحدى. و الجدير بالذكر أن بعض هذه الدول قد إتخذت خطوات لمعالجة تلوث المياه ومع ذلك فإنه يمكن ملاحظة أن عدداً كبيراً من القضايا والمشاكل المرتبطة بالتلوث غير واضحة بصورة كاملة وأن كثيراً من السياسات والإجراءات المتبعة فى بعض الحالات تبدو متجزئة أو مرحلية وبالتالى هى محدودة فى فعاليتها.

2) أولويات الرصد البيئي

يعتبر تحديد هدف واضح لبرنامج الرصد خطوة هامة لضمان نجاحه، حيث يعتبر أحد أهم العناصر المؤثرة على التكلفة ولذلك يجب فى البداية عمل تعريف واضح للمعلومات المطلوبة وأهداف الرصد. والمعلومات التى توفرها برامج الرصد جدول (1) تمثل أحد أهم العناصر التى تدعم إدارة موارد المياه فضلاً عن أهميتها للباحثين ولأصحاب المصالح المرتبطة بإستخدامات المياه المختلفة. ويتطلب ذلك تخصيص ميزانيات مناسبه تسمح بتوفير المعلومة بجودة تلائم متطلبات الإدارة المستديمة لموارد المياه. ويتطلب ذلك مشاركة المسئولين عن تخصيص الميزانيات والمسئولين عن إدارة الموارد المائية فضلاً عن المستفيدين من المياه فى إعداد أهداف برنامج الرصد. وبعد تحديد نوع المعلومات المطلوبة يقوم مصممى برامج الرصد بتحديد آليات وإستراتيجيات برنامج المراقبة.

جدول 5 - 2

نوع المعلومات الواجب توافرها بالمنطقة العربية

الأولوية	نوع المعلومات المطلوبة
مرتفع	• تخطيط الموارد المائية .
	• إدارة الموارد المائية .
	• تقييم التوافق مع قوانين البيئة.
	• تحديد مشاكل التلوث والمناطق ذات الأولوية .
	• قياس فعالية برامج الحفاظ علي البيئة .
	• تحليل اتجاه نوعية المياه .
	• دراسة تراكم الملوثات فى البيئة .
	• دراسة وتحديد أحمال التلوث .
منخفض	• النمذجة الرياضية لنوعية المياه .

يجب أن يتم تصميم نظم مراقبة البيئة من خلال وثيقة تصميم Design Document تصف بدقة طرق التصميم لكل عناصر شبكة الرصد فضلا عن أساليب التشغيل اليومية بما يسمح بأن يكون العائد من وراء الشبكة مقنعاً بالنسبة لصانعى القرار وخصوصاً الجهات التى ستقوم بالتمويل . ويساعد علم الاحصاء التطبيقى فى توفير نهجاً منظماً لطرق التعامل مع أوجه عدم اليقين Uncertainty والتى يصعب اجتنابها فى بيانات نوعية المياه . ولقد وضع كل من سندوكور وكوتشران (Sendecor and Cochran 1989) تعريف لعلم الإحصاء بأنه العلم الذى يتعامل مع ال أساليب والتقنيات الخاصة بجمع وتحليل البيانات فضلاً عن استخلاص النتائج ، وهذا هو المطلوب تماماً فى الجهود الخاصة بعمليات الرصد البيئى .

ولذلك كان السبيل الوحيد لضمان التوصل إلى استنتاجات دقيقة من البيانات المتاحة هو أخذ الاعتبارات والفروض الاحصائية فى الاعتبار فى مراحل تصميم الشبكة بما يسمح بتنفيذ الاختبارات الاحصائية المطلوبة بشكل فعال وما ينتج عن ذلك من استنتاجات دقيقة. وينبغى أن يشمل برنامج الرصد وصف دقيق للمنطقة كوحدة هيدرولوجية متكاملة كما يجب أن يوضح مساحة وحجم المجرى المائى Watershed الواقع تحت الدراسة، وذلك فضلا عن وصف للظروف البيئية وعناصرها المختلفة التى قد تؤثر عى نوعية المياه. كما يجب أيضا وضع وصف دقيق للخصائص الهيدروليكية والجيولوجية للمنطقة المحيطة. وأخيراً يجب أن يشتمل أيضاً على معلومات وافية عن مستخدمى الموارد المائية الآن ومستقبلاً.

4) أهداف شبكات الرصد

أهداف شبكات الرصد يجب أن تعالج المشاكل المرتبطة بنوعية المياه ولذلك فإن التحديد الدقيق والواضح لأهداف الرصد هو العامل المحرك لبقية عناصر تقييم البرنامج ولنجاح عملية الرصد. ويوجد نوعيين رئيسين من الأهداف لتخطيط مشروع الرصد وهى : -

- أهداف إدارية Management Objectives .
- أهداف فنية Technical Objectives .

ويمكن القول أن الأهداف التخطيطية Management Objectives هى إنعكاس لإحتياجات المنتفعين Stakeholders وصانعى سياسات الموارد المائية بينما الأهداف الفنية هى المتعلقة بإجراءات التنفيذ والتشغيل لبرنامج الرصد وعادة ما يتعامل مصممى البرامج مع الأهداف الفنية بحيث يكون مفهوماً بشكل واضح كيفية التعامل مع عناصر نوعية المياه ومواقع قياس الرصد وطرق التحاليل الخاصة بالبيانات التى ينتجها البرنامج. ويتم صياغة الأهداف التخطيطية والفنية فى صورة مجموعة من الأهداف (قصيرة-طويلة) الأمد كما يلى:

- **أهداف طويلة المدى** Long term Monitoring Objective

  - **تخطيط ووضع سياسات الموارد المائية**

هناك حاجة للتعامل مع حالة نوعية المياه كبعد هام فى إدارة وتخطيط الموارد المائية وهى عملية مستمرة تتطلب معلومات دقيقة على المدى الطويل من خلال شبكة قومية لمراقبة نوعية المياه.

  - **تحليل الإتجاه لنوعية المياه** Trend Analysis

يتم إستخدام البيانات التى ينتجها برنامج الرصد فى تحديد مدى التغير فى عناصر نوعية المياه مع الزمن.

  - **تقييم التوافق مع القوانين البيئية** Compliance Assessment

يتم إستخدام نتائج مراقبة نوعية المياه فى تقييم مدى جودة المياه وملائمتها لمجموعة المعايير والإشتراطات المحلية أوالدولية للإستخدامات المختلفة، ويجب فى هذا النوع من المراقبة أخذ الظروف المناخية فى الإعتبار بالإضافة الى أنواع وأحمال الملوثات ومصادرها.

  - **قياس فعالية برامج الحفاظ على البيئة** Program Effectiveness

يمكن الإستفادة من بيانات نوعية المياه فى تقييم فعالية الإجراءات المتخذة والبرامج بغرض حماية البيئة، والتى عادة ما تكون على مستوى المجرى المائى حيث أن العديد من الأنشطة التنموية تكون موجودة على طول المجرى مما يجعل عملية متابعة بعض الإجراءات الخاصة بالحماية صعبة الى حد كبير. ويجب الأخذ فى الإعتبار أن تأثير بعض إجراءات الحماية يتطلب عدة سنوات للحكم على كفاءتها من خلال بيانات نوعية المياه.

o **تحديد مشاكل التلوث والمناطق ذات الأولوية**

تساهم عمليات الرصد فى تحديد مشاكل التلوث التى تؤثر على الموارد المائية، وفى مثل هذه الحالة فإنه يجب مراقبة عناصر نوعية المياه التى يمكن أن تساعد فى وصف وتحديد المشكلة.

- **أهداف قصيرة المدى .**

o **دراسة حركة الملوثات فى البيئة**

برامج المراقبة يتم إستخدامها فى دراسة حركة الملوثات من مكان لآخر، وفى مثل هذه الحالات تتم عملية المراقبة على فترات زمنية قصيرة حسب طبيعة وخصائص الملوث. وتتطلب الدراسات المتعلقة بهذا الهدف عمل قياسات متوالية لكل المسارات المحتملة.

o **تحديد المناطق الأكثر تلوثاً** Define Critical Areas

وتستخدم مراقبة نوعية المياه فى تحديد المناطق التى تشهد زيادة غير عادية فى مستويات التلوث، هذا النوع من المراقبة كثيراً ما يوصف برصد الإستطلاع أو Re-connaissance Monitoring ويتم ذلك من خلال فترة زمنية صغيرة.

o **دراسة تحديد أحمال التلوث** Waste Load Allocation

يجب مراقبة المسطحات المائية المستقبلة لمجارى مائية فرعية ذات أحمال تلوث عالية وتحديد أنواع الملوثات، مما يساعد فى إتخاذ القرار السليم لتدارك مشاكل تدهور حالة المياه. هذا النوع من المراقبة يتطلب معرفة جيدة لأحمال التلوث الفعلية من كل مصدر (نوعاً وكماً) كما يتطلب رصد واسع النطاق (من حيث المساحة).

o **معايرة النماذج الرياضية والتحقق من دقتها**

يتم الآن إستخدام النماذج الرياضية على نطاق واسع فى محاكاة نوعية المياه فى المجارى المائية ودراسة السيناريوهات الخاصة بإجراءات إدارة نوعية المياه من أجل تحديد أفضل الإستراتيجيات الملائمة. ويمكن إستخدام هذه النماذج للتنبؤ بحالة نوعية المياه فى المستقبل وعادة ما يكون هناك حاجة للتحقق من صحة نتائج هذه النماذج من خلال عمليات معايرة وتحقيق Calibration and Verification، ولذلك يتم إستخدام البيانات الناتجه من عملية المراقبة حيث يتم مقارنة النتائج التى يتنبأ بها النموذج مع القيم المقاسة فعلياً وتحديد الفارق بينها وبناءاً عليه يتم تحديد مدى دقة تنبوءات النموذج الرياضى.

o **الإستخدامات فى مجال البحوث**

مراقبة نوعية المياه أمر ضرورى لدراسة ومعالجة مشاكل تلوث المياه حسب طبيعة كل منطقة، ويتم إجراء البحوث لتحقيق هذا الغرض ولذلك فإن الفروق بين الرصد من اجل المجالات البحثية والرصد لأغراض أخرى ليست كبيرة فى كثير من الأحيان.

5) **مواقع الرصد** Monitoring Locations

يعتبر إختيار مواقع أخذ العينات من أهم العوامل فى تصميم شبكة الرصد وذلك لأنه إذا تم اختيار مواقع للرصد غير ممثلة Representatives فإن ذلك يؤدى إلى مشاكل أخرى فى تحديد فترات القياس وبالتالى إلى استنتاجات غير دقيقة أو غير منطقية. وعادة ما تختلف العوامل التى تؤثر فى إختيار مواقع الرصد للمياه السطحية عن تلك التى تؤثر فى اختيار أماكن رصد المياه الجوفية(شكل 5 – 2)، وهذه العوامل هى :

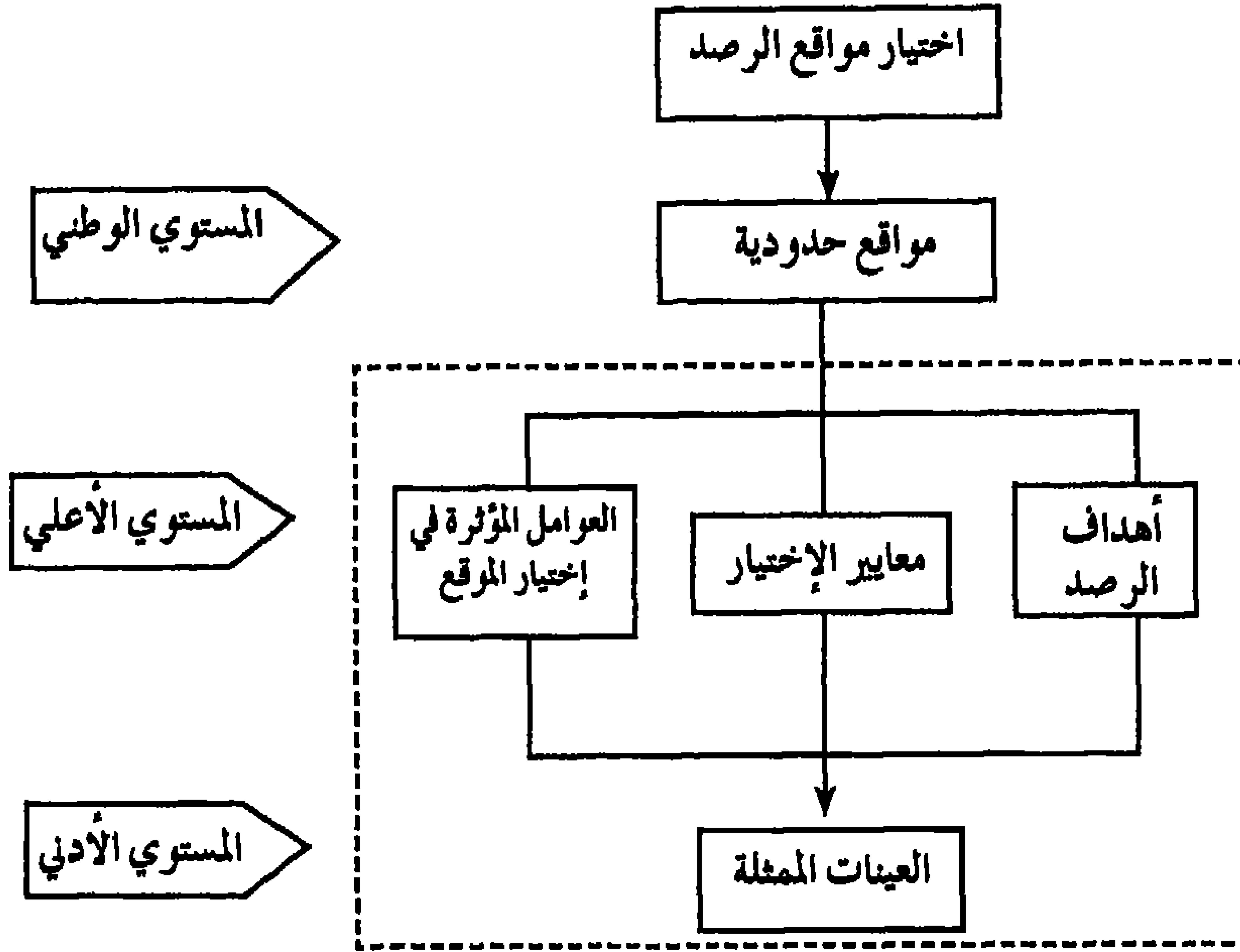
1. أهداف الرصد .
2. الظروف والعمليات المؤثرة على المصدر المائى .
3. نوع المصدر المائى وموقعه الجغرافى.

ويمكن رؤية إختيار مواقع الرصد على ثلاث مستويات : المستوى الوطنى Na- tional Scale، نطاق الرصد Macroscopic، ومواقع الرصد بدقة.

- **العوامل المؤثرة على إختيار مواقع الرصد**

يتوقف إختيار مواقع الرصد على الأهداف العامة لشبكة الرصد على سبيل المثال عندما يكون هدف الرصد هو تحديد المناطق الحرجةCritical Regions فإن ذلك يتطلب أخذ عينات للرصد البيئى من مواقع عديدة تغطى هذه المناطق بشكل جيد أما إذا كان هدف الرصد هو تحديد الإتجاه العامTrend Analysis ربما يتطلب ذلك أخذ عينات من موقع رصد واحد أو أثنين. بينما يتطلب الرصد الذى يهدف إلى تقييم التوافق مع القوانين البيئيةCompliance Monitoring أخذ عينات قريبة جداً من مصادر التلوث، وعلى العكس فإن الرصد بهدف دراسة عملية انتقال الملوثات أو تحديد أحمال التلوث يتطلب القياس فى مواقع تبعد عن مصدر التلوث (Downstream Pollution Source).

ويتوقف أيضاً إختيار مواقع الرصد لشبكة نوعية المياه على نوع المجرى المائى، فمثلا يمكن وصف نوعية المياه فى مجرى مائى بقياس نوعية المياه عند المصب بينما فى حالة وصف نوعية المياه الجوفية فى منطقة ما أو مياه البحيرة فإنه يلزم أخذ عدة مواقع للقياس لوصف نوعية المياه.



شكل 5 - 2 مراحل إختيارمواقع الرصد

ويمكن تلخيص ما سبق فى أن معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئى يتوقف على نوع النظام البيئى نفسه (مجرى مائى ، بحيرة أو مياه جوفية). وفيما يلى بعضا من هذه المعايير والتى يمكن اعتبارها كبداية لمصممى شبكات الرصد فى البلدان العربية.

- **بالنسبة لتحديد الموقع بشكل عام:**

معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئى بالنسبة للموقع بشكل عام هي :

- سهولة الوصول إلى موقع الرصد.
- وجود مصدر للطاقة هام فى حالة الرصد المستمر (Real Time Monitoring).
- مدى تعاون مالك الأرض Cooperation with Land Owners.
- حماية المعدات من السرقة.

- ومدى القرب من المناطق المتأثرة بالتلوث.

- **بالنسبة للمياه السطحية:**

معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئى بالنسبة للمياه السطحية هي :

- طبيعة استخدامات الاراضى Land Use.
- انحدار المجارى المائية مدى القرب من الاستخدامات المعنية.
- شكل القطاع المائى.
- وجود عوائق للسريان، .
- تأثيرات مشاكل صرف الطرق المجاورة للمجرى.
- وإمكانية أخذ قياسات التصرف المائى من خلال علاقة السرعة مع عمق المياهStage Discharges.

- **بالنسبة للبحيرات:**

البحيرات هي انظمة مائية يحيط بها اليابس من كل جانب (مغلقة تقريبا) لذا فان لها معايير خاصة لمواقع قياس الرصد البيئى لها هي :

- معرفة أعماق طبقات المياه المختلفة فى البحيرة.
- ميل البحيرة الطولى Longitudinal Gradient.
- ظروف الشواطئ والخلجان والبواغيز.
- أنماط دورات المياه بالبحيرة Water Circulation Patterm .

- **بالنسبة للمياه الجوفية:**

تختلف المياه الجوفية بالطبع عن المياه السطحية في معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئى نظرا لطبيعة مكان وجود كل نوع من المياه واهم تلك المعايير بالنسبة للمياه الجوفية هي :

- قابلية تحديد عمق المياه Water Depth.

- اتجاه السريان Flow Direction.
- مناسيب المياه المختلفة (مرتفعة أو منخفضة).
- وجود تركيزات مختلطة Mixed أو فى صورة طبقات Layers. العمق حتى الطبقة غير المنفذة.
- ومعدلات السحب Draw - down.

بمجرد أن يتم تحديد الموقع العام Overall Sampling Location لمواقع الرصد طبقا للمعايير العامة التى سبق ذكرها، فإنه يتم التفكير فى معايير أكثر تحديداً لأخذ العينات المختلفة (Representative Samples) وهذه المعايير كسابقاتها تختلف حسب نوع النظام البيئى كما يلى : -

- **الموقع الدقيق لأخذ العينات**

1. **المجاري المائية** Streams

إختيار المواقع فى شبكات الرصد الدائمة Permanent Monitoring تختلف قليلاً عن تلك التى تتم فى شبكات الإستطلاع Survey Monitoring بالنسبة للشبكات الدائمة فإنه يتم تقسيمها الى مستويين هما: الاختيار العام للموقع Macro Location والاختيار الدقيق للموقع Micro Location. وبالنسبة للمجارى المائية فإن نوعية المياه تختلف أفقياً ورأسياً فى قطاع المجرىStream Cross Section وذلك للعديد من الأسباب. حيث يتسبب إختلاف سرعة السريان فى تباين التركيزات فى القطاع خصوصاً بالنسبة لمركبات الترسيبات. وعموماً فإن سرعة السريان تكون أكبر فى منتصف القطاع أما السرعة المتوسطة فهى السرعة المقاسة على إرتفاع يساوى 60 % من العمق الكلى وذلك للقطاعات الضحلة (أقل من 1.5 متر)، بينما تكون السرعة المتوسطة مساوية للقيم المتوسطة لكل من(20 % - 80 % من العمق الكلى) وذلك فى القطاعات الأعمق. كما أن عملية الخلط الجانبىLateral Mixing التى تحدث

عند تقاطع الروافد مع المجرى المائى الرئيسى تتسبب فى تسارع التيار عند جانبى المجرى.

ويجب عند إختيار مواقع الرصد مراعاة التغيرات (الأفقية، الرأسية على طول المجرى) التى تحدث فى نوعية المياه، وعلى أى حال فإن التغيرات الرأسية والأفقية يكون تأثيرها أقل ما يمكن عندما تصل تركيزات عناصر نوعية المياه إلى حالة الإختلاط التام Complete Mixing. ولذلك فإن القياسات للعناصر الكيماوية يجب أخذها من نقاط تضمن حدوث الإختلاط التام عندها وإذا ما لوحظ أن هناك تأثيرات جانبية Lat-eral Effects عندئذ يمكن أخذ عينات مركبة Composite Samples. وعند إختيار مواقع الرصد يجب أيضاً أن تأخذ فى الإعتبار بعض خصائص منطقة الدراسة (قبل وبعد موقع القياس) والتى تحدد مكان موقع الرصد Upstream and Downstream فمثلاً يوصى بوضع موقع (أومواقع) رصد فى الأماكن التالية: -

- بالقرب من المناطق الصناعية أوالمدن لمتابعة مشاكل التلوث الصناعى أو الصرف الصحى.
- قبل مآخذ مياه الشرب.
- قبل وبعد مصادر التلوث المباشرة Point Sources.
- مصبات المجارى المائية على البحار، البحيرات والمحيطات.
- نقاط الرصد التى تتميز بسهولة الوصول إليها مثل الكبارى.

2. البحيرات Lakes

نوعية المياه فى البحيرات تتميز بعدم التجانس بسبب ظاهرة التكوين الطبقى الرأسى (Vertical Stratification)، التدرجات الطولية (Longitudinal Gradient) والتيارات الناشئة بفعل الرياح وإختلاف الكثافات (Density Differences). ومن الممكن أيضاً أن تؤثر المجارى المائية المغذية للبحيرات (وما يمكن أن تحتويه من

ملوثات) فى نوعية المياه داخلها وخصوصاً فى المناطق القريبه من هذه المصادر وقبل أن تحدث عملية الإختلاط التام Complete Mixing مع مياه البحيرة. وبسبب التغير فى درجة الحرارة وما ينتج عنه من إختلاف الكثافات Densities تظهر ظاهرة التغير فى نوعية المياه الطبقية Stratification فى مياه البحيرات الى ثلاث طبقات هى:

- Hypolimmion
- Metalimmion
- Epilimmion

ولذلك يجب أخذ عينات ممثلة لهذه الطبقات الثلاثة لوصف نوعية مياه البحيرة وإذا كانت المعلومات الخاصة بطبقة معينة غير مطلوبة فإنه يمكن أخذ عينات متفردة Individual Samples. أما إذا كان هدف المراقبة يشمل تعيين تدرج نوعية المياه Water Quality Gradient فإن مواقع القياس تتحدد طبقاً للتباين فى النوعية عند هذه النقاط ويمكن تنفيذ ذلك من خلال تطبيق طريقة الإنحدار الخطى Linear Re-gression مع العنصر كدالة فى المسافة الطولية على البحيرة. ومن الممكن حذف نقاط الرصد ذات المسافات المتداخلة ويتضح من ذلك مدى الحاجة الى عدد نقاط أكثر فى المناطق ذات التباين الكبير فى النوعية إذا ما كان هذا التباين غير ملحوظ.

3. المياه الجوفية

يوجد نوعين من الخزانات الجوفية : خزانات محصورة Confined وغير محصورة، أما بالنسبة للخزانات غير المحصورة فتسمى أحياناً خزانات المياه الأرضية وهى خزانات ذات إتصال مباشر مع الغلاف الجوى من خلال فراغات التربة، بينما الخزانات المحصورة وتسمى أيضاً الخزانات الجوفية الإرتوازية فتكون مفصولة عن الغلاف الجوى بواسطة طبقه غير منفذه (Impermeable Layer). ويتوقف إختيار مواقع رصد نوعية المياه الجوفية على أهداف الرصد فضلاً عن (نوع / نظام) طبقة المياه

الجوفية المطلوب رصد نوعيتها. وتحدد أهداف الرصد ما إذا كانت القياسات ستكون فقط لتركيزات بعض عناصر نوعية المياه أو ستشمل كلا من التركيزات والتصرفات بما يسمح بحسابات أحمال التلوث.

وعند الحاجة الى عمل تحاليل لأحمال التلوث Flow Analysis فإن مواقع آبار الرصد يجب ان تمتد لمتابعة التصرف الداخل الى منطقة الدراسة Inflow والتصرف الخارج منهاOutflow ويكون الوضع أسهل بالنسبة لقياسات التركيزات -Concen trations حيث يكون عدد آبار الرصد أقل. وعند تنفيذ آبار رصد لمراقبة نوعية المياه الجوفية يجب أخذ العناصر الآتية فى الإعتبار :

- نوع التربة والتركيب الجيولوجى Soil type and Geology.
- إتجاه السريان Flow Direction.

الأخطاء (عدم الدقة - اللايقين) Uncertainty ستكون مطلوبة دائما فى عملية تحديد نوعية المياه الجوفية عند أخذ العينات من آبار الرصد ويلعب أختيار العينات الممثلة Representation Samples دوراً هاماً فى تقليل هذه الأخطاء بقدر الإمكان. أما القياسات الخاصة بتحديد الإتجاه Trend Analysis فيتم أيضاً مقارنتها مع المعايير المحلية والدولية وتتميز بأنها يمكن أن تغطى هدف تحديد الإتجاه الزمنى Time والمكانى Space أوكليهما معاً. بينما مراقبة مصادر التلوث تشمل قياسات توضح التركيب Composition (نوع الملوثات) فضلاً عن كميتها ومعدل الأحمال التى ينتجها مصدر التلوث الذى يؤثر فى المياه الجوفية. ويجب عند مراقبة نوعية المياه الجوفية أن يتم مراعاة إختلافات نوعية المياه فى الإتجاهات الرأسية، الأفقية والجانبية.

وعادة ما تتطلب مراقبة المياه الجوفية إلى مرحلتين، الأول ى هى عملية مسح هيدوجيولوجى «Hydrogeologic Survey» والتى تحدد مناسيب المياه الجوفية وإتجاه السريان ثم تأتى عملية المراقبة ذاتها فى المرحلة الثانية. وعند مراقبة نوعية المياه فى الإتجاه الجانبى «Lateral» فإنه يجب إختيار آبار رصد فى مناطق أعلى Up

gradient وأخرى أسفل Down gradient منطقة الدراسة وعادة يتم ذلك خلال وضع أكثر من بئر أعلى وداخل وأسفل منطقة الدراسة وذلك للحصول على مكرارات Replicates. ومن المهم عند تحديد مواقع آبار الرصد أن يكون بئر الملاحظة موجود فى منطقة المياه الجوفية المراد تقييمها وليس عند تجمع مائى محلى. وأيضاً يكون عمق البئر مهماً عند أخذ عينات لدراسة النترات Nitrates فى الخزانات الغير محصورة وربما يكون من الضرورى إستخدام آبار متعددة المستويات Multilevel Wells وذلك لأن تركيزات النترات تتميز بخاصية الطبقية حيث تكون التركيزات عالية فى أعلى الخزان ويمكن تنفيذ فكره الآبار المتعددة فى حفرة واحدة أوفى عدة حفر.

أما بالنسبة للمياه الجوفية السطحية فإنه يجب أن يغطى طول الشبكة المثقبة Per-forated Screen مدى مناسيب المياه المطلوبة. ومن الممكن أن تظهر عدة مشكلات عند إستخدام الآبار الموجودة (سابقاً) فى عمليات الرصد، عادة فى مثل هذه الحالات نفتقد المعلومات الخاصة بإنشاء البئر، طول الشبكة وبعض المعلومات المشابهه ومن الممكن أيضاً أن يكون البئر ملوثاً ولذلك فإن إنشاء آبار رصد جديدة (بدلا من إستخدام الموجودة) يكون دائماً هو الإختيار الأنسب والأدق. ويجب أن تعبر مواقع الرصد عن الإستخدامات المختلفه للمياه الجوفية مثل مياه الشرب والإستخدامات الزراعية وأيضاً تعبر عن التركيبات الجيولوجية للخزانات الجوفية.

4. المياه الساحلية

نظرا لتزايد الأنشطة التنموية التي تتم علي السواحل سواء كانت صناعية أو زراعية أو حضريه والتي قد ينتج عنها مخلفات تؤثر سلبا علي البيئة البحرية والكائنات النباتية والحيوانية بها فان الرصد البيئي يهدف إلى وضع قاعدة بيانات صحيحة لنوعية وجودة المياه الساحلية وحماية البيئة البحرية من التلوث ورصد المتغيرات الطارئة على نوعية المياه الساحلية من جراء تلك الأنشطة واتخاذ الإجراءات التصحيحية في حينها.

ويتم الرصد بصفة دورية موسمية مستمرة ومنتظمة من خلال أربع رحلات رصد سنوية(مارس، مايو، يوليو، سبتمبر)، حيث يتم قياس المؤشرات الطبيعية والكيميائية والميكروبيولوجية للمياه الساحلية. ويجب عند إختيار مواقع الرصد مراعاة التغيرات (الأفقية، الرأسية على طول الساحل) التى تحدث فى نوعية المياه، وعند إختيار مواقع الرصد يجب أيضاً أن تأخذ فى الإعتبار بعض خصائص منطقة الدراسة المميزة للسواحل (قبل وبعد موقع القياس) والتى تحدد مكان موقع الرصد Upstream and Downstream فمثلاً يوصى بوضع موقع (أومواقع) رصد فى الأماكن التالية : -

- بالقرب من المناطق الصناعية أو المدن لمتابعة مشاكل التلوث الصناعى أو الصرف الصحى التي تصرف مخلفاتها بالقرب من السواحل.
- قبل مآخذ مياه التحلية ومناطق سحب المياه المالحة للاستخدامات المختلفة في الصناعة كالتبريد وغيرها.
- قبل وبعد مصادر التلوث المباشرة Point Sources.
- مصبات المجارى المائية كمصبات الانهار على البحار، البحيرات والمحيطات.

5 - 5. الرصد البيئي البحري للتلوث بالمخلفات السائلة

باعتبار ان مياه البحار من أنواع المياه السطحية المستقبلة للمخلفات السائلة البلدية واالصناعية، فان برنامج الرصد البيئي للتلوث البحري يشمل الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر، والرصد البيئي لمواصفات مياه الشواطئ) منطقة المد والجزر) وقياي واختبار مواصفات المياه البحرية بتلك المناطق ومدي احتوائها من الملوثات الخاصة بمياه الصرف الصحي والصناعي، وعن كيفية الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر يتم عمل الآتي:

أولاً: أخذ عينات من مياه البحر

تقوم المعامل بقياس بعض مؤشرات التلوث عن طريق الاختبارات التالية :

1) المواد الصلبة العالقة الكلية.

2) مؤشرات التلوث العضوي (الاكسجين الحيوي المطلوب، والاكسجين الكيميائي المستهلك)

3) الكلورفيل. يتم تصنيف درجة تركيز الكلوروفيل طبقا للمقياس التالي:

- منخفض عندما يكون التركيز اقل من 1 ميكرو جرام /لتر.
- متوسط عندما يكون التركيز اكبر من 1 – 2 ميكرو جرام /لتر.
- عالي عندما يكون التركيز اكبر من 2 – 5 ميكرو جرام /لتر.
- عالي جدا عندما يكون التركيز اكبر من 5 ميكرو جرام /لتر.

4) المغذيات الأساسية للهوائم النباتية (NUTRIENTS): التي تشمل:

- الفوسفات.
- مركبات النيتروجين: المتمثلة في النيتريت والنترات والأمونيا.

يتم تصنيف درجة تركيز المغذيات (الأملاح المغذية) طبقا للمقياس التالي:

- فقير عندما يكوم تركيز كل من النيترات و الامونيا أقل من 0.5 ميكرو مول / لتر.
- متوسط عندما يكوم تركيز الامونيا أكبر من 0.5 و أقل من 2 ميكرو مول/لتر.
- متوسط عندما يكوم تركيز النيترات أكبر من 0.5 و أقل من 4 ميكرو مول/ لتر.
- عالي عندما يكوم تركيز الامونيا اكبر من 2 ميكرو مول /لتر.
- عالي عندما يكوم تركيز النيترات اكبر من 4 ميكرو مول /لتر.

5) السليكات.

6) المعادن الثقيلة التي تشمل : النحاس، والزنك، والحديد، والمنجنيز، والرصاص، والكادميوم، والفانيديوم، والنيكل، والزئبق والزرنيخ.

7) المواد الهيدروكربونية البترولية الكلية.

8) المؤشرات البكتيرية الدالة على التلوث وتشمل البكتيريا القولونية الكلية، والبكتيريا القولونية البرازية، والبكتيريا السبحية البرازية وبكتيريا الكلوستريديم وبكتيريا السالمونيلا. وطبقا للمقاييس المعمول بها في مصر فإن الحد الأقصى المسموح به هو 500 وحدة من النوع الأول (بكتريا القولون النموذجية) لكل 100 مل من ماء البحر و100 وحدة من النوعين الثاني(بكتريا الايشيرشيا كولاى) والثالث(البكتريا الكروية السبحية) لكل 100 مل من ماء البحر.

ثانياً: الرسوبيات القاعية:

يتم جمع عينات للرسوبيات من تربة القاع من مواقع مياه البحر نفسها ويتم تحليلها لبيان تراكيز المعادن الثقيلة والمواد الهيدروكربونية البترولية، والبكتيريا الدالة على التلوث. كما يتم تحليل عينات من الرواسب تحت السطحية Core من بعض المواقع كل فترة زمنية، وذلك لمعرفة السجل الزمني للملوثات، كما يتم قياس مؤشرات التلوث البكتيري في عينات الرسوبيات القاعية.

ثالثاً: الأحياء المائية:

يتم اخذ عينات من بعض الأحياء المائية والتي تعتبر دالة علي التلوث حيث انها تتميز بالنمو في البيئات الملوثة او انها تراكم بعض أنواع العناصر الملوثة في اجسادها ومن اشهر تلك الكائنات البحرية ما يلي :

1) القواقع ذات المصراعين: يتم جمع العينات من القواقع ذات المصراعين كأحد مؤشرات التلوث من عدة مواقع شاطئية بواقع مرتين سنويا لقياس المعادن الثقيلة، والمواد الهيدروكربونية الكلية، وهذا اسلوب عالمي متبع في كثير من الدول.

2) رصد أنواع مختلفة من الطحالب والأعشاب البحرية من الشواطئ.

3) الأسماك: تقوم المعامل بتحليل عينات من انسجة أنواع من اسماك البيئة البحرية وذلك للكشف عن المعادن الثقيلة (النحاس، الزنك، الحديد، المنجنيز، الكروم، الكادميوم، الزئبق، الرصاص، النيكل والفانديم) والمواد الهيدروكربونية الكلية فيها عند الحاجة، و أنواع البكتيريا التالية: – Vibrio Cholerae Bacteria – Vibrio Paraheamolyticus Bacteria – Salmonella Sp. – Streptococcus Agalactiae Bacteria

رابعاً: القياسات الهيدروجرافية

تشمل القياسات الهيدروجرافية قياس كل من :

- درجة حرارة المياه على امتداد السواحل والشواطيء .
- درجة ملوحة المياه السطحية على امتداد السواحل والشواطيء.
- متوسط تركيز الأكسجين الذائب للمياه الساحلية .
- تركيز أيون الهيدروجين للمياه الساحلية.

مثال لرصد تلوث بحري وشاطيء بزيت البترول

عند حدوث حادث تلوث بالبترول في منطقة بحرية فانه يجب لحصول علي عينة من الزيت وفحصها ومطابقتها مع السفينة المشتبه أو مصادر التلوث للتحليل والمقارنة(معرفة بصمة الزيت)، ومن المفضل جمع العينات من اول موقع يصل إليه الزيت علي الشاطيء، لانه كلما كان الزيت حديثا كلما كان اسهل في التعرف عليه.

1) عدد العينات المطلوب

يجب الا يقل عدد العينات المطلوب عن الآتي:

- في حالة البقع البحرية. . . ما لا يقل عن ثلاثة عينات يوميا.

- في حالة البقع الشاطئية. . . ما لا يقل عن ثلاثة عينات لكل كيلومتر من الشاطيء يوميا.
- يتم استخدام العينات كما يلي :
  - الجهاز المسئول عن البيئة في الدولة(عينتان لجهاز شئون البيئة واحدة للتحليل وواحدة للاحتفاظ بها احتياطيا ويراعي حفظها وفقا لقواعد حفظ العينات القياسية).
  - يتم تسليم العينة الأُخري لمالك السفينة المشبوهة أو ربانها او لمدير التجهيزات البحرية أو مدير مرفق مناولة وتداول الزيت.

2)حجم العينات المطلوب

بالنسبة لحجم العينات المطلوب يقترح ما يلي :

- الزيوت السائلة والخالية من الماء (100 مليلتر).
- الزيوت المعرضة لسطح الماء والمختلطة بالزيت (500 مليلتر).
- تفريغات الماء من السفن(2.5 – 5 لتر).
- كتل قطرانية علي الشاطيء (20 – 50 جم).

3) أساليب جمع وحفظ وتحليل العينات

أ- يجب التأكد من ان العينة تحتوي علي مقدار كاف من الزيت.

ب- يجب الا يشوب العينات السائلة مواد صلبة .

ت- يجب ازالة الزيت المترسب من علي الصخور .

ث- يجب وضع كتل المواد الملوثة القطرانية أو الشمعية في اوعية العينات بدون إذابتها .

ج-تعبئة العينات في زجاجات العينات المخصصة لها واغلاقها وتعليبها

ح-يجب وضع الاوعية ذات الاغطية اللولبية في صناديق امنة ذات حشو كاف لمنع تكسرها أثناء نقلها.

خ-يجب حفظ العينات في الثلاجات أو المبردات في درجة حرارة اقل من 5 مئوية.

د- يجب التأكد من ان كل زجاجة عينة مغلقة جيدا وملصق عليها بطاقات التعريف.

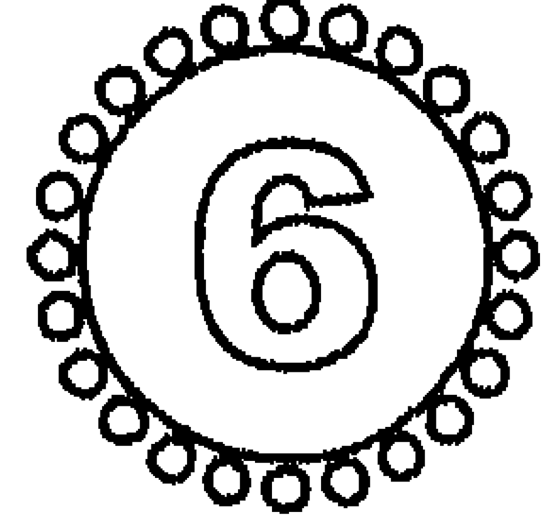
ذ- يجب ان تشمل بطاقة التعريف العناصر التالية :

- رقم مميز لها .
- تاريخ أخذ العينة .
- اسم وعنوان ورقم تليفون المسئول عن جمع العينات.
- اسم وعنوان ورقم تليفون اي شاهد مستقل.
- وصف العينة.
- مكان العينة.
- المصدر الملوث المشتبه به(سفينة - منصة بحرية - حقل بحري - بئر مغلق - انبوب نقل مكسور).
- اسم المشتقات البترولية إن وجدت .
- اسم الكيماويات المستخدمة في الجمع .
- سرعة الرياح واتجاهها.
- درجة حرارة الهواء والماء .
- وصف البقعة الزيتية(لزجة - كثيفة - منتشرة - لونها).

ر- يجب تكرار تحليل العينات ثلاثة مرات طبقا لل أساليب المعيارية للتأكد من ضبط جودة النتائج المعملية.

ز- يجب الاشارة إلى طرق استخلاص العينات وطرق التحليل المستخدمة.

س- يجب ذكر نوع الزيت البترولي المستخدم كزيت مرجعي وارفاق بياناته مع التقرير التحليلي.



الفصل السادس

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيرولوجية

الفصل السادس

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيرولوجية

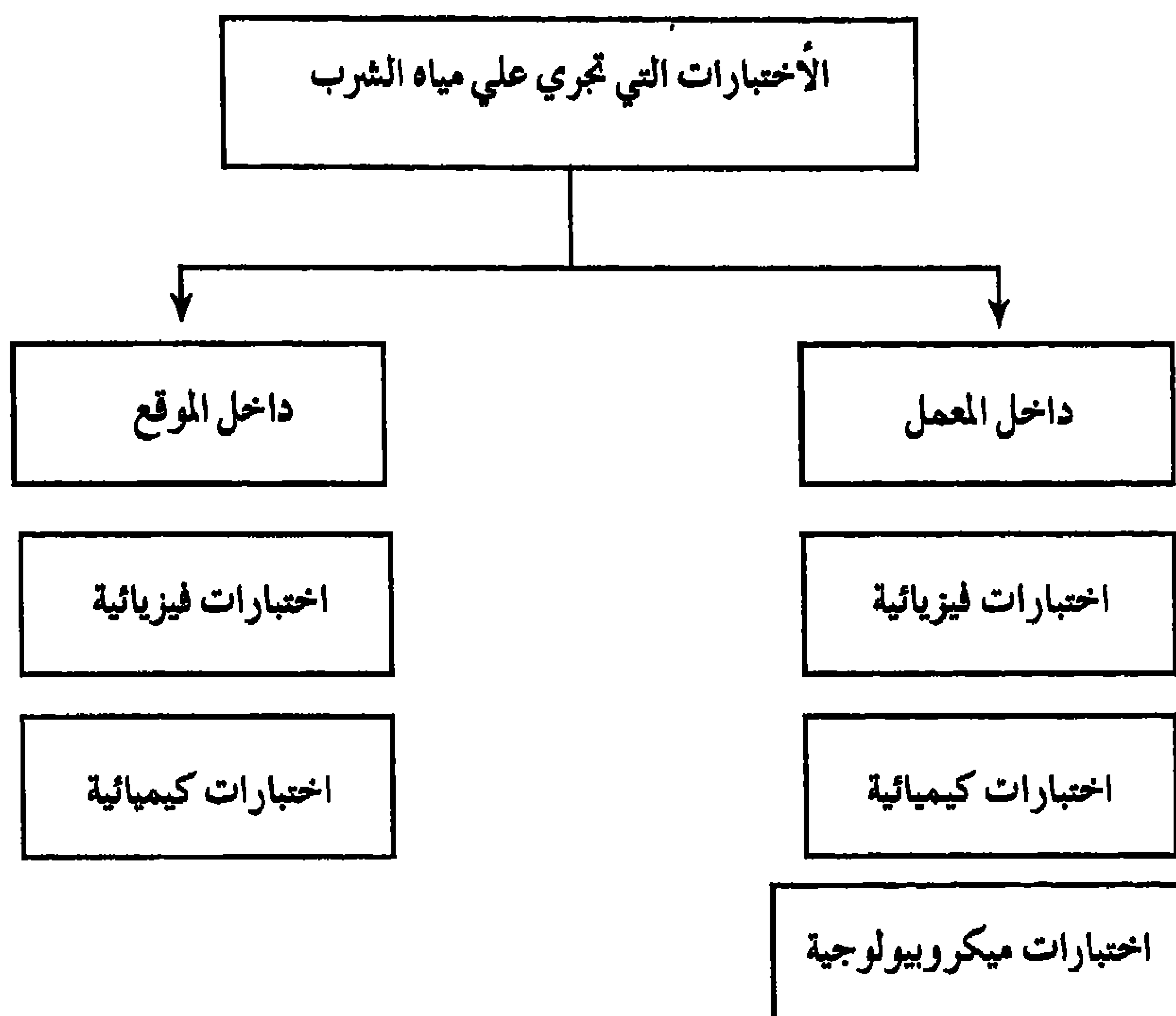
6. مقدمة Introduction

لتحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه ومعرفة صالحية هذه المياه للشرب أو الاستخدام للاغراض المختلفة وتحديد جودة ونوعية الأنواع المختلفة من الماء أو اختبار كفاءة طرق التنقية وجب إجراء بعض الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية والميكروبيولوجية. وتتم الاختبارات بجمع عينات من مصدر الماء الخام سواء كانت مياه سطحية أو جوفية، وفي حالة مشاريع ومحطات تنقية مياه الشرب فتجمع العينات من الأماكن المختلفة لوحدات المعالجة وعلي فترات زمنية محددة تبعا لقواعد وأسس قياسية موضوعة ومعترف بها ويتم تحليلها داخل مختبر مجهز لهذا الغرض.

وهناك ثلاث أنواع من الاختبارات تجري علي مياه الشرب وهي كالآتي:-

- الاختبارات الفيزيائية Physical Tests.
- الاختبارات الكيميائية Chemical Tests.
- الاختبارات البكتريولوجية Bacteriological Tests.

وتنقسم الاختبارات من حيث مكان اجراؤها إلى نوعين وهما الاختبارات التي تتم في الموقع اي مكان اخذ العينة والاختبارات التي تجري داخل المعمل. ويبين الشكل التالي هذه الأنواع.



شكل 6 - 1 مخطط لأنواع الأختبارات التي تجري علي مياه الشرب

والجدول التالي يبين أهم الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري علي مياه الشرب ودلالة كل اختبار واهميته

جدول 6 – 1

أهم الاختبارات التي تجري لتحديد مواصفات المياه

الأختبار	سبب الأختبار واهميته
1 – الأملاح الذائبة TDS الكالسيوم Ca^{+2} ماغنسيوم Mg^{+2} بوتاسيوم K^{+} صوديوم Na^{+}	لتحديد المحتوي الكيميائي الأيوني للمياه لتقييم التوازن الأيوني بها ومدي صلاحيتها للإستخدامات المختلفة.

بيكربونات HCO_3^- كربونات CO_3^{--} كلوريدات Cl^- هيدروكسيدات OH^- نترات NO_3^- كبريتات SO_4^{-2}	
2 - الأس الهيدروجيني pH	لمعرفة درجة الحموضة والقلوية للمياه.
3 - القلوية Alkalinity $\Sigma(HCO_3^- + CO_3^{--} + OH^-)$	لقياس إمكانية المياه لمعادلة درجة الحموضة.
4 - الحموضة Acidity	لقياس مقدار المواد القلوية التي تحتاج إليها المياه لمعادلة درجة الحموضة بها.
5 - ثاني أكسيد الكربون CO_2	لتقييم درجة التآكل عند استخدامات المياه.
6 - درجة عسر المياه	لتحديد درجة عسر المياه وذلك لتحديد استخداماتها المختلفة.
7 - التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity $\mu S/cm^2$	لمعرفة حدود المواد الذائبة الكلية أو لإجراء اختبارات التحقق من صحة النتائج. $TDS = 0.55$ to $0.7x\ \mu S/cm$
8 - اختبار المواد المشعة Radioactivity	لاختبار المواد المشعة.
9 - اختبار الكربون الكلي TOC	لمعرفة التركيز الكلي للمواد الكربونية
10 - اختبار المواد العضوية OMP التي تؤثر على البيئة.	لمعرفة تركيز المبيدات، المواد البترولية، الفينولية والمذيبات... الخ
11 - اختبار العناصر الثقيلة Heavy metals	لتحديد صالحية المياه في الاستخدام.

الاختبارات الفيزيائية

وهي الاختبارات التي تعتمد علي الخواص الفيزيائية للعينات المراد قياسها مثل الحرارة والعكارة والحجم.

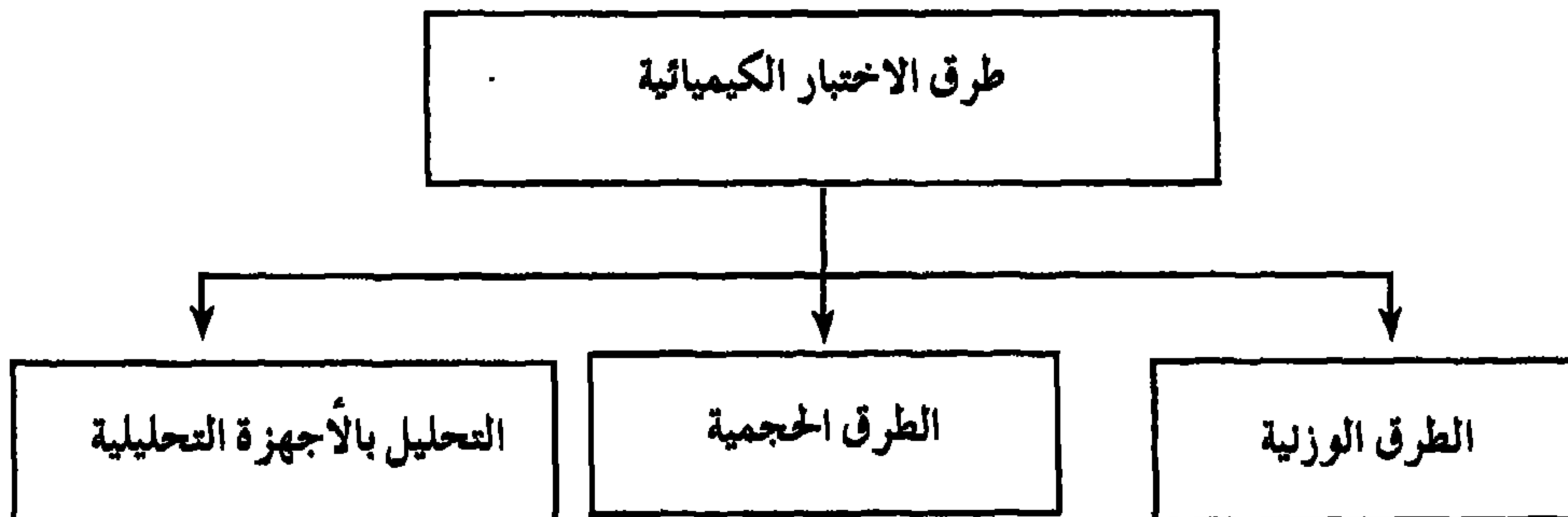
وتعد الاختبارات الآتية اهم الاختبارات الفيزيائية التي تجري للمياه :-

- درجة الحرارة Temperature.
- العكارة Turbidity.
- اللون Color.
- الطعم والرائحة Taste and odor.

الاختبارات الكيميائية

وهي الاختبارات التي تعتمد علي الخواص الكيميائية للعينات المراد قياسها مثل الخواص العضوية والغير عضوية، وتعتمد علي قياس محددات معينة أو عناصر معينة في عينات مياه الشرب. ولقد أمكن تقسيم طرق الأختبار الكيميائية إلى :

- الطريقة الوزنية.
- الطريقة الحجمية.
- الطريقة الفيزوكيميائية.



(1) **الطريقة الوزنية** (Gravimetric Method)

التحليل الوزني يعتمد علي ترسيب الايون المراد تقديره علي هيئة مادة شحيحة الذوبان. يوزن الراسب بدقة بعد تجفيفه أو حرقه. ويحسب وزن الايون المراد تقديره مستخدما وزن الراسب وصيغته الكيميائية. ومن أمثلة ذلك تقدير الكالسيوم بالوزن وتقديرالمواد الصلبة العالقة، اختبار الكبريتات.

(2) **الطريقة الحجمية :** (Volumetric Methods)

وتعتمد هذه الطريقة علي معرفة تركيز محلول مجهول عن طريق باستعمال حجم معين من محلول معلوم التركيز.

وأساس الطريقة هي تطبيق المعادلة V1 C1 = V2 C2

V1 = حجم المحلول معلوم التركيز

.Volume of Solution of known Concentration

C1 = تركيز المحلول Concentration of known Solution

V2 = حجم المحلول تعيين تركيزه

Volume of Solution of Unknown Concentration

C2 = تركيز المحلول المجهول

.Concentration of Unknown Solution

ومن أمثلة ذلك تقدير الكلوريد والكالسيوم والماغنسيوم والقلوية الكلية والعسر الكلي.

(3) **التحليل بالأجهزة التحليلية** (Instrumental Analysis) :

نظرا لوجود العديد من الملوثات المختلفة في مياه الشرب أصبح هناك حاجة إلى طرق غير تقليدية للكشف عن هذه الملوثات وتقدير تركيزاتها ومكوناتها بدقة، و أصبحت الطرق التقليدية غير كافية للتأكد من نوعية أو جودة المياه. ولقد وجد أن الأجهزة

التحليلية (Analytical Instrument) من الضروريات الأساسية في تحديد نوعية المياه وتقيم كفاءة طرق التنقية أو المعالجة.

وتعتمد فكرة استخدام الأجهزة التحليلية على الصفات الطبيعية والكيميائية (وهو ما يسمي الصفات الفيزوكيميائية) للعنصر أو المركب المراد التعرف عليهما ما عدا الكتلة والحجم. ومن أمثلة ذلك قدرة لون المحلول على امتصاص الضوء، أو قدرته على حمل أو نقل التيار الكهربي.... الخ. ولقد أمكن تقسيم هذه الطرق طبقاً إلى الخصائص التالية:

أ- الأدمصاصية (Adsorption) ومن أمثلة الأجهزة المستخدمة جهاز المطياف اللوني (UV/Visible Spectrophotometer) ويستخدم في تحليل المواد العضوية الهيدروكربونية.

ب - الأشعاعية (Emission) ومثال لذلك جهاز قياس شدة الضوء اللهب (Flame photometer) ويستخدم في قياس بعض العناصر مثل الصوديوم والبوتاسيوم وجهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption) ويستخدم في قياس المعادن الثقيلة.

ج - التشتتية (درجة تشتت الضوء المار في العينة) (Dispersion And Scat-tering) ومن أمثلة الأجهزة التي تعتمد على هذه الظاهرة جهاز قياس العكارة (Turbidimeter).

د - الكهربائية (Electrical Analysis) ومن أمثلة ذلك قياس ظاهرة التأكسد والاختزال باستخدام القطب الكهربي (Oxidation Reduction Elec-trodes) وتعتمد فكرة الأجهزة على التركيز الأيوني ومن الأمثلة الأخيرة جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH Meter) وجهاز قياس التوصيلة الكهربائية (Conductivity meter).

هـ - الكروماتوجرافية (Chromatographic Analysis) وتعتمد هذه الطريقة على فصل العينة إلى مكوناتها الأساسية باستخدام وسطين وسط ثابت ووسط متحرك ومن أمثلة الأجهزة المستخدمة هي:

- جهاز الكروماتوجرافي الغازي Gas Chromatography.
- جهاز الكروماتوجرافي السائل Liquid – Liquid Chromatography .
- جهاز الأيون الكورماتوجرافي Ion Chromatography .

الفحص البكتريولوجي

والهدف الأساسي من هذا الفحص هو معرفة ما إذا كانت مصادر المياه تحتوي علي ميكروبات برازيـة، حيث يؤكد وجود هذه الميكروبات البرازيـة تلوث مصدر الماء بمياه الصرف الصحي، والميكروبات البرازية ليست بالضرورة أن تكون مرضيـة، حيث يؤخذ وجود هذه الميكروبات البرازيـة كدليل علي تلوث المياه بالمخلفات الآدميـة أو الحيوانية وبصفة عامة فإن الميكروبات التي يبحث عنها هي بكتريا القولون وهي المجموعة التي تشمل كل الميكروبات الهوائية والاختيارية والتي تتميز بأنها عصويات قصيرة مستقيمة سالبة جرام – غير متحركة – تخمر سكر اللاكتوز مع إنتاج غاز.

جدول 6 – 2

أهم المحددات التشغيلية لمراقبة جودة الماء خلال مراحل المعالجة الموضوعة بواسطة منظمة الصحة العالمية 2004

العامل المحدد	الماء الخام	الترويب	الترسيب	الترشيح	التطهير	نظام التوزيع
الرقم الهيدروجيني	√	√	√		√	√
العكارة	√	√	√	√	√	√
الأكسجين الذائب	√					
معدل تدفق النهر	√					

العامل المحدد	الماء الخام	الترويب	الترسيب	الترشيح	التطهير	نظام التوزيع
اللون	√					
التوصيلية الكهربية	√					
الكربون العضوي	√		√			
الطحالب وسمومها	√					
جرعة المواد الكيميائية		√			√	
معدل التدفق		√	√	√	√	
تركيز المادة المطهرة بالنسبة للزمن Ct					√	
الكلور المتبقي					√	√
النواتج الجانبية للتطهير					√	√

المصدر: منظمة الصحة العالمية 2004

6 - 1 . طرق جمع العينات Sampling Methods

من المهم التحدث عن عملية جمع العينات حيث انها من العمليات الهامة جدا والتي تعتمد عليها المؤشرات والفحوصات التحليلية، لان اية خطأ في جمع العينات يؤدي لان تكون العينة غيرممثلة للواقع وغيرمعبرة حقيقة عن مكوناتها الاصلية وبالتالي يؤدي اخيرا إلى نتائج تحليلية معملية خاطئة ولهذ فيجب ان تكون العينة المعملية ممثلة تمام التمثيل لنفس مكونات الكمية الكلية Bulk Material

6 - 2. الطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص

Standards Methods for Water Sampling

1 - حجم العينة

لاختيار صلاحية المياه للشرب من الناحية الكيمائية والبكتريولوجية يجب يكون حجم العينة كالآتى :

أ - إذا كانت العينة للفحص الكيميائى أو البكتريولوجى والكيميائى معا يجب الآ يقل حجم العينة عن لتر واحد.

ب - إذا كانت العينة للفحص البكتريولوجى فقط، ينبغى آلا يقل حجم العينة عن 2000 سم3، وتؤخذ فى زجاجات سعة 250 سم3.

2 - الأوعية

يجب أن تكون أوعية الفحص الكيميائى أو البكتريولوجى من الزجاج الجير الأملس الشفاف بغطاء زجاجى مصنفر. وإذا كانت العينة للفحص البكتريولوجى فتقوم المعامل المختصة للمياه بتعقيم الزجاجات ولف فوهتها بالشاش.

3 - فترة أخذ العينات

أ - اولا بالنسبة للمياه المعالجة :

يجب فحص المياه المعالجة فحصاً بكتريولوجيا بعد خروجها من كل معالجة وقبل دخولها إلى شبكة التوزيع، مرة واحدة يومياً على الأقل. كما يجب مراقبة عملية التعقيم الكيميائية عدة مرات خلال اليوم وتسجل نتائج هذه الفحوص في سجل لأغراض المراجعة. ويجب إجراء التفتيش مرتين خلال السنة على الأقل.

ب - ثانيا بالنسبة لمياه شبكة التوزيع

يكون الحد الأقصي للفترة المارة بين عمليتين متتاليتين لأخذ العينات والحد الأدني لعدد العينات المطلوب فحصها في كل عملية كما يلي :

جدول 6 – 3

عدد السكان	الحد الأقصى للفترة المارة بين عمليتي أخذ العينات	الحد الأدنى لعدد العينات المأخوذة من الشبكة
إلى حد 20000	شهر واحد	عينة واحدة لكل 5000 نسمة شهرياً
50000 – 20001	أسبوعان	
100000 – 50001	أربعة أيام	
أكثر من 100000	يومياً	عينة واحدة لكل 10000 نسمة شهرياً.

6 - 3 . طرق أخذ العينات للفحص البكتريولوجي

Sampling Methods for Bacteriological Examination

زجاجات أخذ العينة للفحص البكتيريولوجي ذو سعة 300 ملى على الأقل مصنوعة من الزجاج المتعادل، مغطاه بسدادات زجاجية مسنفره أو كبسولات لولبية.

ملحوظة :

1. تغطي سداده ورقية زجاجات أخذ العينة بغطاء من الورق أو من الرقائق المعدنية. تعقم كل من الزجاجات وأغطيتها إما داخل فرن هواء ساخن عند درجة حرارة 5160 م لمدة ساعة، أو داخل أوتوكلاف عند 5121 م لمدة 20 دقيقة.
2. تستعمل زجاجات اخذ العينة ذات السدادات المسنفرة في سحب العينات من الآبار غير المركب عليها مضخات، وتكون مجهزة بثقل من أسفل علاوة على

خيط لإنزالها وخيط آخر لنزع السدادة تحت الماء. توضع بأُكملها في غلاف محكم من الورق قبل عملية التعقيم.

3. تحتوي زجاجات أُخذ العينة المستخدمة لسحب عينات المياه المكلورة، على محلول ثيوكبريتات صوديوم بتركيز 18مجم/لتر، التي تعادل 5 مجم/لتر كلور متبقي. وهذا يعني وضع 0.18 مل من محلول ثيوكبريتات صوديوم في زجاجة أخذ عينة سعة 300 مل وذلك قبل عملية التعقيم.

أ - طريقة اخذ العينات البكتيريولوجية

يجب حفظ زجاجة أُخذ العينة مغلقة حتي لحظة ملئها. وتمسك الزجاجة من أُسفلها بيد وتنزع السدادة وغطاؤها باليد الأُخري ثم تترك في هذا الوضع أُثناء ملئها. ويجب عدم السماح لرقبة الزجاجة بأن تلامس أي شيء عدا العينة، ثم تعاد السدادة فور ملء الزجاجة.

ب - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية من مياه الصنبور.

في حالة أخذ عينة من شبكة المياه الرئيسية بواسطة الصنبور، يجب أن يكون الصنبور المأخوذ منه المياه متصلاً بأنبوبة فرعية متصلة مباشرة بالشبكة الرئيسية، وليس صنبوراً متصلاً بصهريج تخزين.

تفك جميع التركيبات الخارجية من الصنبور، وأي تسرب يجب تصليحه قبل أخذ العينات. تنظيف فوهة الصنبور بعناية من الخارج والداخل ثم يفتح الصنبور كلية ويصرف الماء في البالوعة لمدة 2 – 3 دقائق. يقفل الصنبور ثم يجفف سطحه الخارجي بقطعة نظيفة من القماش. يعقم الصنبور إما بواسطة موقد لحام أو بمشعل غازي أو بحرق قطعة من القطن الطبي منقوعة في الكحول الميثيلي وموضوعة ملاصقة لفوهة الصنبور، إلى أن يسخن الصنبور لدرجة يصعب معها لمسه. يفتح الصنبور ويصرف الماء في البالوعة لعدة ثوان.

تملأ زجاجة أخذ العينة من تيار معتدل من المياه مع تجنب حدوث أي رذاذ.

ج - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية للمياه المعالجة بالكلور

لا يجوز أخذ عينة للفحص قبل مضى 20 دقيقة على الأقل من إضافة جرعة الكلور للمياه أو قبل مضى ساعة واحدة فى حالة إضافة الكلورامين، وعند أخذ العينه من الصنبور تتبع الخطوات الآتية :

1 - إذا لم يتيسر إجراء الفحص فى الحال وثبت وجود كلور متبقى فى المياه(بإستعمال الكلوروسكوب)، فيجب إستعمال زجاجات - سبق أن أضيف إليها . . 5 سم3 من محلول 2 جرام / لتر ثيوسلفات الصوديوم المبلورة إلى كل 200 سم3 من المياه قبل تعقيم الوعاء.

2 - يجب اختيار صنبور كثير الاستعمال وخال من العيوب، ولا تتسرب المياه من جزئه العلوى.

3 - يفتح الصنبور على آخره لمدة دقيقتين على الأقل وتغسل فوهته جيدا ويقفل بإحكام.

4 - تعقم فوهة الصنبور باللهب جيدا لمدة دقيقتين.

5 - يعاد فتح الصنبور لمدة دقيقتين بقدر مناسب.

6 - تنزع الأختام والشاش من على الفوهة الزجاجية وتحرق الفوهة جيدا ثم تفتح الزجاجة ويعاد حرق الفوهة والسدادة.

7 - تملأ الزجاجة بالمياه المطلوب فحصها إلى ما تحت موضع السدادة بحوالى 1.5 سم(مع ملاحظة عدم تفريغ الزجاجة وإعادة ملئها).

8 - يعاد تعقيم الفوهة والغطاء ثانيا وتغلق بإحكام بالشاش.

د - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية من بئر مركب عليه مضخة ميكانيكية.

تؤخذ العينة من صنبور مركب على الأنبوبة الرئيسية الخارجة من البئر أو من صنبور قريب منها، وذلك قبل امرار المياه داخل الخزان. تجري عملية التعقيم وطريقة أخذ العينات كما هو موضح سابقا في حالة ماء الصنبور.

ر - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية من بئر عليه مضخة يدوية

تمسح اليد بالكحول الميثيلي قبل أخذ العينة. تسحب زجاجة أخذ العينة المربوط بها الثقل، من غلافها الورقي ثم تدلي الزجاجة تحت سطح المياه بواسطة خيط الإنزال. تنزع السدادة بواسطة الخيط الآخر، وترفع الزجاجة بسرعة عند تمام ملئها ثم تقفل.

و - نقل العينات للفحص البكتيريولوجي

يجب حفظ العينة بالثلاجة ثم ترسل للمختبر لكي يبدأ في الفحص البكتريولوجي وذلك في خلال ست ساعات من أخذ العينة.

ويجب عدم فحص العينة إذا زادت الفترة بين أخذ العينة وبدء تحليلها عن 24 ساعة.

أسباب عدم مطابقة عينات المياه للفحص البكتريولوجي

أ – عوامل فنية مرتبطة بطريقة أخذ العينة

1 – عدم اختيار الصنبور المناسب (مكان اخذ العينة غير مناسب).

2 – عدم نظافة الصنبور أو تعقيمه أو فتحه فى المدة الزمنية اللازمة بدقة.

3 – زجاجة العينة غير معقمة ويحدث ذلك من خلال :

- عدم يقظة الشخص الذى أستلم الزجاجة المعقمة من المعمل فى المحافظة عليها معقمة. فقد يفتح الغطاء فجأة ويقوم هو بغلقة أو يستعمل الزجاجة قبل تسليمها للوحدة دون إدراك للغرض المخصصة له الزجاجة.
- أو حفظها فى مكان غير مناسب به مواد ومهمات معرضة للتلوث.
- استخدام العاملين للزجاجة دون علم المراقب الصحى أو أثناء تغيبه عن الوحدة الصحية.
- عدم الالتزام بكيفية حفظ ونقل العينة إلى المعمل.

- عدم أستخدام ثلاجة العينات أو الكولمان لحفظ العينة فى درجة حرارة منخفضة.
- عدم توصيل العينة إلى المعمل خلال ساعتين من وقت أخذ العينة.
- عد حفظ العينة داخل ثلاجة المعمل فور تسليمها أو تركها أكثر من 24 ساعة بالمعمل قبل الفحص. أو لانقطاع التيار الكهربائى عن الثلاجة أو وجود عطل بها لسبب أو آخر.

ب – عوامل مرتبطة بعملية مياه الشرب

1 – تلوث المآخذ من مصادر قائمة أو متحركة أو مؤقتة.

2 – عدم نظافة المأخذ من النباتات المائية والأجسام الطافية مثل جثث الحيوانات والدواجن.

3 – عدم إضافة كلور مبدئى للمياه العكرة الداخلة إلى عملية المياه أو إضافته بجرعات لا تتناسب مع شدة وحجم التلوث أو الطحالب الموجودة بمياه المأخذ.

4 – عدم إضافة الشبه أو إضافتها بجرعات أقل من اللازم.

5 – عدم نظافة أحواض الترسيب أو فترة مكوث المياه أقل من الزمن المناسب لترسيب المواد العالقة.

6 – سوء حال المرشحات – نمو الطحالب فوق سطح المرشحات – تشقق طبقة الرمل – تكسر الطبقة الهلامية التى تقوم بترشيح المياه – عدم تغيير الرمل – عدم غسل المرشحات دوريا.

7 – سوء حال خزانات المياه الأرضية وعدم تنظيفها دوريا.

8 – عدم إضافة كلور نهائى أو إضافته بكميات أقل من المقرر.

9 – عطل أجهزة الكلور وعدم وجود جهاز بديل.

10- فترة التماس بين الكلور النهائي والمياه المرشحة داخل الخزانات الأرضية أقل من الزمن المقرر وهو 20 – 30 دقيقة.

11 – عدم وجود معمل داخل عملية المياه لتقدير جرعات الشبه التى تضاف إلى المياه أو وجود معمل معطل أو ليس به جهاز تقدير الشبه وتضاف النسبة جزافا. أو وجود معمل بدون كيمائى متخصص.

12 – ضعف الأشراف الفنى داخل عملية التنقية لعدم وجود كيميائى أو مهندس صحى متخصص فى تشغيل والأشراف على وحدات التنقية

13 – تشغيل عملية المياه بطاقة أكثر من السعة التصميمية.

14 – عدم وجود إشراف فنى من متخصص فى تشغيل والأشراف على وحدات التنقية فى الورديات المسائية. حيث يكتفا بوجوده فى الفترة الصباحية فقط.

15 – عدم الدقة فى إضافة كميات الشبه والكلور إلى المياه أثناء الورديات المسائية لعدم وجود إشرف فنى متخصص.

16 – الانقطاع المتكرر للتيار الكهربائى وعدم وجود مصدر بديل، مما يؤدى إلى عدم ضخ المياه إلى الشبكة وينتج عنه ضغط سلبى داخل مواسير الشبكة ويعرضها إلى التلوث، وخاصة عند وجود كسور بمواسير الشبكة.

17 – ضخ المياه الجوفية غير المعالجة وخلطها بالمياه المرشحة المعالجة فى الشبكة تؤدى إلى استهلاك الكلور المتبقى فى أكسدة المواد العضوية والحديد و المنجنيز الموجود بالمياه الجوفية وبالتالى ينعدم الكلور المتبقى بالشبكة ويؤدى إلى تكاثر البكتريا ويعرض المياه إلى مخاطر التلوث.

ج – عوامل متعلقة بشبكات مياه

1. انعدام الكلور المتبقى بالشبكة ويعزى إلى :

- عدم إضافة كلور نهائى.

- إضافة كلور نهائى بكميات أقل من المقرر.
- طول الشبكات وتراكم البكتريا العضوية بنهايات الشبكات والتى تستهلك الكلور المتبقى.
- خلط المياه المرشحة مع المياه الجوفية غير المعالجة.
- وجود تلوث عضوى بالشبكة يمتص الكلور المتبقى.

2. سوء حالة الشبكات ويرجع إلى :

- انتهاء عمرها الافتراضى.
- عيوب فى الوصلات وتسرب المياه منها.
- تأكل المواسير سواء من الداخل أو الخارج بسبب عوامل عدة.
- عدم غسيل وتطهير الشبكات دوريا ولاسيما بعد أعمال الصيانة أو تركيب مواسير جديدة.

3. الكسور بالشبكات وانفجار المواسير نتيجة :

- أعمال الحفر المتكررة بالطرق وأعمال الإنشاءات.
- عدم تحمل المواسير للذبذبات والنقل الثقيل بالطرق.
- مد الشبكات على أعماق قريبة من سطح الأرض مما يعرضها للذبذبات وأحمال النقل الثقيل أو مدها بالقرب من مصادر التلوث مثل المصارف، الترنشات، البيارات، خزانات التحليل وخاصة فى القرى والمدن الصغيرة والمناطق العشوائية مما يعرضها للتلوث المستمر.
- عدم تناسب أقطار مواسير الشبكة مع ضغط المياه المتزايد نتيجة لزيادة كميات المياه بالشبكة.
- عند إجراء التوسعات فى مشروعات المياه لزيادة الإنتاج ليواكب الزيادة فى الاستهلاك يتم إحلال الخطوط الرئيسية بمواسير ذات أقطار أكبر لتتحمل ضغط المياه دون أن يتم تغيير المواسير أو الخطوط الجانبية بواسير تتناسب

أقطارها مع ضغوط المياه المتغيرة مما يؤدى إلى انفجارات فى الخطوط الفرعية وفى الوصلات الموصلة إلى المنازل.

- انقطاع التيار الكهربائى يؤدى إلأى ضغط سالب فى الشبكة لعدم وجود مياه بها وعند وجود كسور فى هذه الشبكة تدخل المياه الملوثة من خارج الماسورة إلى داخلها. وعند عودة التيار الكهربائى تدفع المياه المواد الملوثة إلى الشبكة ومن تم إلى المنتفعين.
- سوء حالة خزانات المياه العامة والخاصة أعلى المبانى وعدم تنظيفها وغسلها وتطهيرها دوريا.
- عدم الاهتمام بالمرور الدورى على المناطق الموصلة لشبكات المياه لاكتشاف الكسور والتجمعات المائية أو أعمال الحفر بالطرق أو أماكن ضخ المجارى وهى مؤشرات تستدعى لاتخاذ إجراءات لإصحاحها وحماية المياه من التلوث.

د – عوامل أخرى

1 – خزانات المياه أعلى المبانى المرتفعة والمنشآت والمؤسسات والمدارس قد تكون غير مستوفاه للاشتراطات الصحية وبدون غطاء محكم مما يعرضها إلى التلوث المستمر ونمو الطحالب ويرقات البعوض والتى تجد طريقها إلى صنبور المستهلك.

2 – استخدام المواتير فى رفع المياه للأدوار العليا يؤدى إلى شفط المياه من شبكة المياه وفى حالة وجود كسر فى هذه الشبكة فأن هذه المواتير تسحب أيضا المياه الملوثة من حول هذا الكسر وتجد طريقها إلى صنبور المستهلك.

3 – الخراطيم الخاصة برش الحدائق أو المركبة على صنابير دورات المياه وعادة تكون مغمورة فى مياه ملوثة فإذا أنخفض ضغط المياه فجأة فأن المياه تندفع عكسيا وتختلط بمياه المواسير.

6 - 4. طريقة أخذ العينات للتحليل الكيميائي

Sampling Method for Chemical Examination

أ - الأجهزة والطريقة

- زجاجات أخذ العينة سعة لتر واحد على الأقل، مصنوعة من الزجاج المتعادل الشفاف تقريبا وذات غطاء زجاجي مسنفر.
- تغسل الزجاجة ثلاث مرات على الأقل بمياه العينة قبل ملئها.
- يجب ارسال العينة إلى المختبر فوراً، ولا يجوز باي حال تأخير التحليل الكيميائي أكثر من 72 ساعة.

ب - تقرير أخذ العينة :

يجب أن يرفق تقرير أخذ العينة بجميع عينات المياه المطلوب فحصها بكتريولوجياً وتحليلها كيميائيا، على أن يحتوي على التفاصيل الآتية :

1. اسم وعنوان طالب الفحص.
2. اسم وعنوان المالك أو المسئول عن مورد المياه إذا كان غير الشخص المذكور في البند السابق
3. سبب الفحص – روتيني أو غير ذلك.
4. مصدر العينة – من الأنابيب أو البئر أو الينبوع أو الوادي.
5. مكان أخذ العينة بالضبط، أي عنوان الموقع.
6. هل تم معالجة المياه بأي طريقة أو تم ترشيحها أو تم كلورتها.. الخ؟
7. تاريخ وساعة أخذ العينة.
8. في حالة أخذ العينة من الصنبور :

هل الصنبور متصل مباشرة بالشبكة الرئيسية أو مركب على صهريج تخزين؟

9. في حالة أخذ العينة من البئر :

- عمق البئر.
- هل البئر مغطي أم لا ؟
- هل منشأ حديثاً أو حدث به تغيير.
- هل مجهز بمضخة ؟ يدوية أم ميكانيكية ؟
- القرب من المصارف وبالوعات المجاري أو أي مصادر تلوث أخرى محتملة، وموقعها بالنسبة للبئر.

6 - 5. الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه

Standards Water Chemical, Physical and Microbiological Examinations

تعد مواصفة الطرق القياسية لاختبارات المياه ومياه الصرف Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20 Ed. وهي الطريقة المعتمدة لدي وكالة حماية البيئة الامريكية EPA Environmental Protection Agency وايضا هي الطريقة المعتمدة في معامل المياه ومياه الصرف داخل العديد من الدول الاوربية وكثير من دول العالم. ويبين الجدول التالي المواصفات المتبعة وطرق الاختبار القياسية لمعظم الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية لمياه الشرب.

جدول 6 – 4

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
الأس الهيدروجيني	SM 4500 – H+ B – الطريقة الكهروقياسية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
التوصيلية الكهربائية	SM 2510 B – الطريقة المخبرية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
المواد الصلبة الذائبة الكلية	SM 2540 C – المواد الصلبة الذائبة الكلية المجففة على 180° م – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
اللون	SM 2120 B – طريقة المقارنة البصرية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
العكارة	SM 2130 B – الطريقة النيفيليو القياسية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
المواد التي تتفاعل مع صبغة الميثلين الزرقاء (المنظفات الصناعية الأيونية السالبة)	SM 5540 C – المنظفات الأيونية السالبة على شكل المواد الفعالة مع صبغة الإيثيلين الأزرق – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
القلوية	SM 2320 B – طريقة المعايرة – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
الصوديوم	SM 3500 – Na B – طريقة مطيافية اللهب الانبعاثية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
البوتاسيوم	SM 3500 – K B – طريقة مطيافية اللهب الانبعاثية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
الكالسيوم	SM 3500 – Ca B – طريقة المعايرة بواسطة إيثيلين ثنائي أمين ثلاثي حمض الأسيتيك – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
المغنيسيوم	SM 3500 – Mg B – طريقة الحساب – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005 –
العسر الكلي	SM 2340 C – طريقة التسحيح بواسطة إثيلين ثنائي أمين الأسيتيك – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
الكلوريد	SM 4500 – Cl- D – الطريقة القياسية الجهدية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
النتريت	SM 4500 – NO2- B – الطريقة اللونية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
الفلوريد	SM 4500 – F- C– طريقة القطب الانتقائي – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
الزنك	SM 3500 – Zn – B طريقة الزينكون الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة والعشرون 2003.
الأمونيا	المواصفة القياسية الأمريكية ASTM D 1426:1998.
معادن (نحاس،حديد،زنك، والمنغنيز)	SM 3111 B– طريقة جهاز المطياف الذري باستخدام الهواء – الأسيتلين ر – الطرق القياسية لفحص المياة والمياة العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
العدد الكلي لعصيات القولون الكلية: – العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221 – B،C – طريقة قياس عصيات القولون الكلية بطريقة التخمر – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005 –
العدد بطريقة الترشيح الغشائي	SM 9222 B – طريقة قياس عصيات القولون الكلية بطريقة الترشيح الغشائي – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
عدد عصيات القولون البرازية: – العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221E، C – طريقة فحص عصيات القولون البرازية – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005.
العدد بطريقة الترشيح الغشائي	SM 9222 D – طريقة فحص عصيات القولون البرازية بطريقة الترشيح الغشائي – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005 – الموقع الالكتروني

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
العدد الكلي ل Escherichia coli Count: – العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221 F – طريقة قياس ل E.coli – الطريقة القياسية لفحص المياة و المياة العادمة، الطبعة الواحد والعشرون – 2005 – الموقع الالكتروني
الكشف عن البكتيريا الممرضة:	
– السالمونيلا	SM 9260 B – طرق عامة في العزل والتعرف على السالمونيلا – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة و الواحدالعشرون 2005.
– الشيجيلا	SM 9260 E – طرق عامة في العزل والتعرف على الشيكيلا – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد و العشرون 2005
الكشف عن الفطريات:	
طريقة الترشيح الغشائي	SM 9610 D– طريقة الترشيح الغشائي – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون 2005.
اختبارات الكشف عن الطحالب:	
قياس تركيز الكلوروفيل «أ» (باستعمال الفلوروميتر)	SM 10200 H3– كلوروفيل «أ» الطريقة الوميضية لحساب الكلوروفيل « أ» – الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد و العشرون2005 الموقع الالكتروني.

6 - 6. امثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب

Drinking Water Chemical، Physical Tests Examples

سوف نتناول في السطور القادمة اهم الاختبارات المعملية الفيزيائية والكيميائية والبكتيرولوجية التي تجري لمياه الشرب المحددة لخصائص هذه المياه ونوعيتها ومدي تلوثها.

1 - تقدير قيمة الاس الهيدروجيني pH

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ماء، وهو تعبير علي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية، ويمثل الأس الهيدروجيني في محلول نشاط أيونات الهيدروجين في هذا المحلول ويعبر عنه رياضياً كالآتي :

الأس الهيدروجيني = - لو 10 (يد) اي اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين للاساس 10.

وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14، وقيمة الاس الهيدروجيني ل أنواع عديدة من المياه تتراوح بين 6.0 إلى 9.0.

وترجع أهمية الأس الهيدروجيني في تحديد التركيبات الحيوية والكيميائية في المياه الطبيعية حيث أن درجة تحلل أو تفكك الأحماض والقواعد الضعيفة تعتمد على التركيز الأيوني للهيدروجين وبذا تتأثر درجة سمية بعض المركبات. فمثلاً ترتفع سمية الزرنيخ للأسماك مع انخفاض الأس الهيدروجيني (زيادة حمضية المحلول) لأن التوازن الكيميائي يتزحزح في اتجاه تكوين حمض الهيدروسيانيك. ولقد شوهدت نتائج مماثلة لكبريتد الهيدروجين، ولكن في حالة غاز الأمونيا فإن سمية هذا الغاز تزيد مع زيادة الأس الهيدروجيني (زيادة القلوية) فمثلاً وجد أن سمية النشادر ترتفع إلى عشرة أضعاف عند أس هيدروجيني 8 عنه عند درجة التعادل الحمضي 7.

كذلك وجد أن قابلية بعض الأملاح للذوبان في الرواسب الطينية يعتمد على تركيزات أيونات الهيدروجين في الماء. وينبغي التفريق بين التركيز الهيدروجيني في الماء وقدره الماء على التحيد. وتعرف قدرة الماء على التحيد بمقدرة الماء على معادلة زيادات من أحماض أو قلويات بدون تغير ملحوظ في تركيز أيونات الهيدروجين ويتحكم في هذه القدرة كمية المركبات القلوية أو المركبات الحامضية المتواجدة في الماء. وبالنظر إلى البيئة البحرية فإن التغيرات الطبيعية التي تؤثر على الأس الهيدروجيني تكون أقل من نظيراتها في الماء العذب.

وتعود أهمية التحكم في الأس الهيدروجيني في مياه الشرب لأن المياه يمكن أن تسبب تآكل شبكات المياه والمواسير بالإضافة إلى تأثيرها الضار على عمليات المعالجة التي تشمل التندف والتزغيب والمعالجة بالكلور.

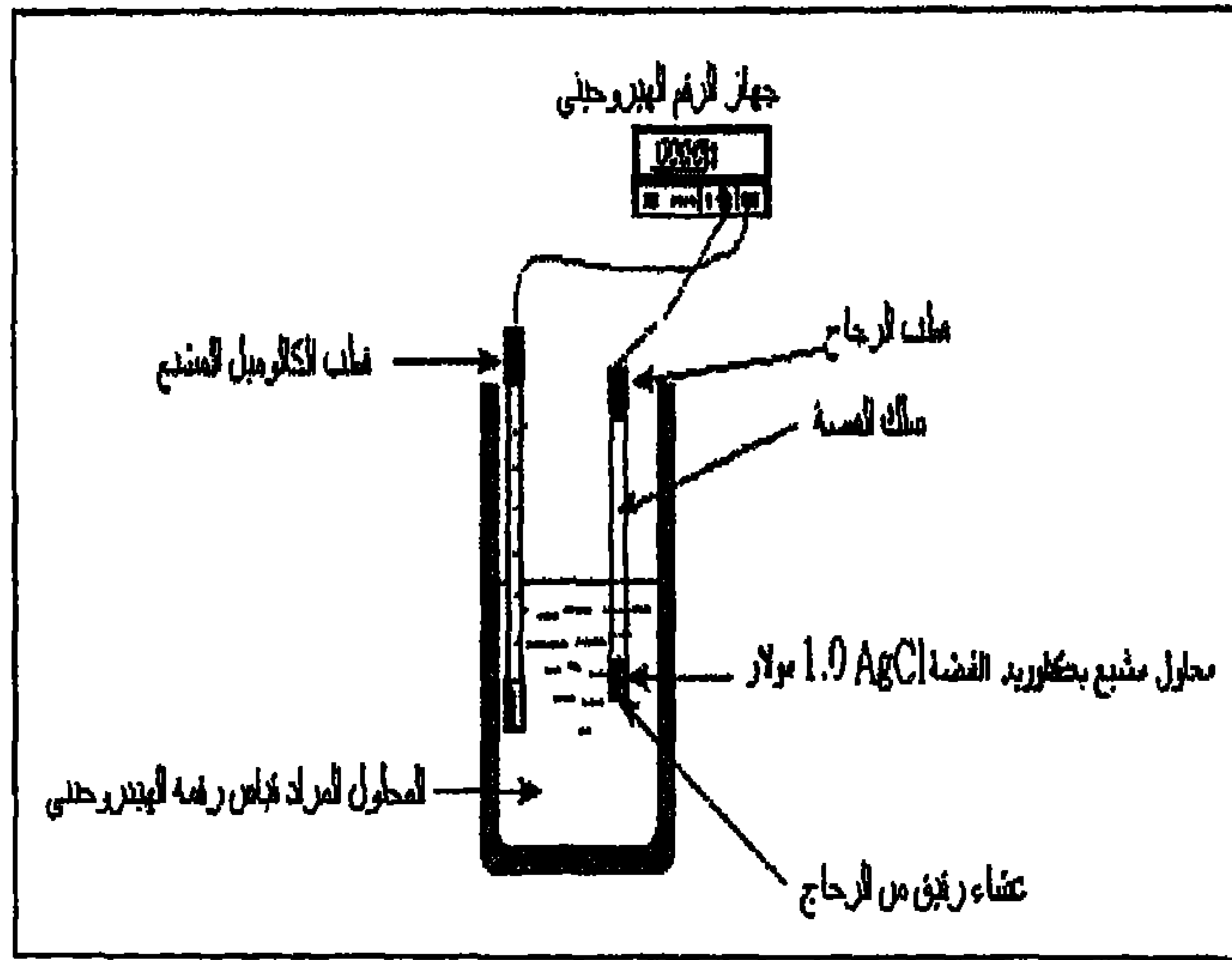
وبينما نجد أن الأس الهيدروجيني المثالي لعمليات الترويب عند معالجة المياه وباستخدام أملاح الحديد والألومنيوم تتراوح ما بين 5.0 و 6.5 خاصة وأن التطهير باستخدام الكلور يكون عالي الفاعلية عند الأس الهيدروجيني أقل من 7 فإنه لا يوجد دليل يؤكد أن معدل التطهير يختلف بين التركيزين الهيدروجينيين 6 و 8 في الماء.

أما في البيئات البحرية فإن الأس الهيدروجيني عادة يكون حول 8.0 عند السطح وينقص إلى 7،7 إلى 8.7 مع زيادة العمق. ومن الأرجح أن الكائنات الطافية والتي تسكن الأعماق أكثر تأثراً بالتغيرات في التركيز الهيدروجيني من الأسماك وكذلك فإن اليرقات والحيوانات البالغة للمحار تتعرض لتأثيرات ضارة عن الحدين المتطرفين 6.5 و 9.0.

جدول 6 – 5

قيم نموذجية للرقم الهيدروجيني ل أنواع مختلفة من الماء في البيئة

نوع الماء	pH
الماء الذي تلوث بملوثات حمضية	4 – 2
الماء المقطر	5.5 – 5.0
الماء اليسر	7.5 – 5.5
الماء العسر	8.4 – 7.2
ماء البحر	8.5 – 7.8
الماء النقي	7.0



تركيب لأحد أنوع أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني

ا - طريقة القياس

سوف نقوم بشرح طريقة قياس يستخدم فيها مقياس الرقم الهيدروجيني ذي القطب الزجاجي لتقدير الرقم الهيدروجيني في مياه الشرب.

وتعتمد طريقة القطب الزجاجي لتقدير الرقم الهيدروجيني على أن التغير في وحدة رقم هيدروجيني ينتج عنها تغير كهربائي قدره 59.1 ملي فولت عند 25^5 م.

ب - الكواشف والكيماويات

أثناء التحليل تستخدم فقط الكواشف من الصنف التحليلي المعروف التي تكون ذات درجة نقاوة كيميائية عالية، والمياه المقطرة فقط أو المياه ذات النقاوة المكافئة.

أ - محلول ثابت(منظم) الأس الهيدروجيني رقمه الهيدروجيني 4 :

يذاب 10.2 جم من ثاني فثالات البوتاسيوم اللامائية($KHC_8H_4O_4$) باستخدام ماء سبق غليه ثم تبريده ويخفف إلى لتر واحد.

ب - محلول ثابت (منظم) الأس الهيدروجيني رقمه الهيدروجيني 7 :

يذاب 1.361 جم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين اللامائية (KH_2PO_4)، 1.420 جم من فوسفات الصوديوم أُحادية الهيدروجين اللامائية (Na_2HPO_4)، كلاهما سبق تخفيفه بين 110، 130[5] م حتى اليوم التالي ثم يخفف إلى لتر واحد. يستخدم الماء الذي سبق غليه وتبريده.

ج - محلول ثابت (منظم) الأس الهيدروجيني رقمه الهيدروجيني 9 :

يذاب 3.81 جم من رابع بورات الصوديوم عشارية التميؤ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) (بوراكس) باستخدام ماء سبق غليه ثم تبريده ويخفف إلى لتر واحدة.

ج - الأجهزة وطريقة القياس

الأدوات المعملية الزجاجية العادية بالإضافة إلى :

مقياس الرقم الهيدروجيني

1 - تغسل اقطاب الجهاز بالماء المقطر عدة مرات.

2 - قبل قياس العينة المراد تعيين رقمها الهيدروجينى فانه يجب اولا ضبط الجهاز ومعايرته عن طريق غمر القطب فى محلول ذو رقم هيدروجينى 7 والحصول على قراءه للجهاز 7 ثم يتم الضبط مرة اخرى عن طريق وضع القطب فى محلولين منظمين ذو رقمين هيدروجينين 4 و 9 وضبط القراءات مرة اخرى. ومن المفضل أن يكون الضبط باستخدام محاليل منظمة ذات ارقام هيدروجينية التى يظن انها اقرب ما تكون لمحلول العينة المراد التعرف عليها.

3 - تغسل اقطاب الجهاز بالعينة عدة مرات ويفضل من 6 إلى 8 مرات

4 - قم بقياس الرقم الهيدروجيني للعينات حتي تثبت القيمة لفترة معينة.

5 - من المستحسن ان يتم قياس الرقم الهيدروجينى فى موقع أُخذ العينة (نظراً لتأثير كثير من العوامل علي قيمته) وأن تعذر ذلك تجرى عملية القياس فى أسرع وقت ممكن من وقت أُخذ العينة.

2 - قياس اللون في الماء

الماء اساسا عديم اللون ولكن لونه قد يتأثر بوجود مواد وبقايا نباتية وعضوية متحللة. اللون قد يكون ظاهريا وهذا يعزي للمواد الموجودة في صورة محلول بالإضافة إلى المواد الموجودة كمعلقات، أما اللون الحقيقي فيعزي للمواد الموجودة في المحلول بعد نزع المواد العالقة. يتم التعبير عن وحدة قياس اللون بوحدة: وحدة لون قياسي ويمكن تعريفه بانه اللون الناتج عن عن 1.0 مجم بلاتين / لتر في صورة ايون كلوروبلاتين في وجود كلوريد الكوبالت سداسي الماء.

أ - المواد والأجهزة

- أنابيب نسلر متماثلة سعة 50 مل .
- ماء كامل النفاذية للضوء ويحضر كالآتي: يغمر مرشح غشائي دقيق مساميته 0.1 ميكروميتر في 100 مل ماء مقطر لمدة ساعة، ويرشح خلاله 250مل ماء مقطر أو ماء منزوع الأملاح ثم يستبعد هذا الماء. يستخدم هذا الغشاء لترشيح 500 من الماء المقطر أو الماء المنزوع الأملاح. ويحتفظ بالماء المرشح لاستخدامه فيما بعد لتحضير كافة المحاليل القياسية والتخفيفات.
- محلول لون اساسي (500مجم بلاتين / لتر) ويحضر كالآتي : يذاب 1.245 جرام كلورو بلاتينات البوتاسيوم و 1جرام كلوريد الكوبالت المتبلور في ماء مقطر يحتوي علي 100 مل من حمض الهيدروكلوريك المركز، ثم يخفف إلى 1 لتر بالماء المقطر يحتوي هذا المحلول الاساسي علي لون يعادل 500 وحدة لونية. يحفظ هذا المحلول في قنينية زجاجية محكمة الغلق في مكان معتم في حرارة لا تزيد عن 30 درجة ويكون صالحا للاستخدام لمدة ستة شهور.
- محاليل لون قياسية .

تحضر محاليل قياسية تحتوي علي

0 ، 60 ، 50 ،45 ، 40 ، 35، 30، 25 ،20، 15، 10، 5 وحدة لونية بتخفيف 0.5 ، 1.0 ، 1.5 ، 2.0، 2.5، 3.0 ، 3.5 ، 4.0 ، 4.5 ، 5.0، 6.0 ، 7.0 علي التوالي من المحلول الاساسي بالماء المقطر حتي 50 مل بماء كامل النفاذية للضوء في أنابيب نسلر ويراعي حماية هذه الأنابيب من التبخر والتلوث في درجة حرارة لا تزيد عن 30 مئوية.

ب - طريقة العمل والنتائج

– املأ انبوبة نسلر سعة 50 مل حتي العلامة بالعينة المراد تحليلها وقارن لون العينة بالوان المحاليل القياسية وذلك بالنظر عموديا من اعلي خلال الأنابيب نحو سطح املس موضوع بزاوية تسمح بانعكاس الضوء خلال اعمدة السائل.

ج - النتائج والحسابات

يتم تقدير اللون كما يلي :

1 – في حالة وجود مواد عالقة لم يتم ازالتها يسجل اللون علي انه اللون الظاهري.

2 – في حالة زيادة اللون عن 70 وحدة لونية تخفف العينة بماء نقي بنسب معلومة إلى ان يقع اللون عي مدي المحاليل القياسية.

3 – في حالة وجود مواد عالقة يتم ازالتها بالطرد المركزي حتي يصبح السائل العلوي رائقا وتقارن العينة بعد الطرد المركزي بماء نقي في أنابيب نسلر للتاكد من خلوها من المواد العالقة قبل مقارنتها بالمحاليل القياسية ويسجل اللون علي انه اللون الحقيقي.

الحسابات

– تسجل قيمة اللون للعينة لاقرب محلول قياسي مماثل لاقرب 5 مجم بلاتين/ لتر.

- تحسب قيمة اللون من التخفيفات كما يلي :

وحدات اللون = أ × 50 / ب

حيث أن: أ = قيمة اللون للعينة التي تم تخفيفها

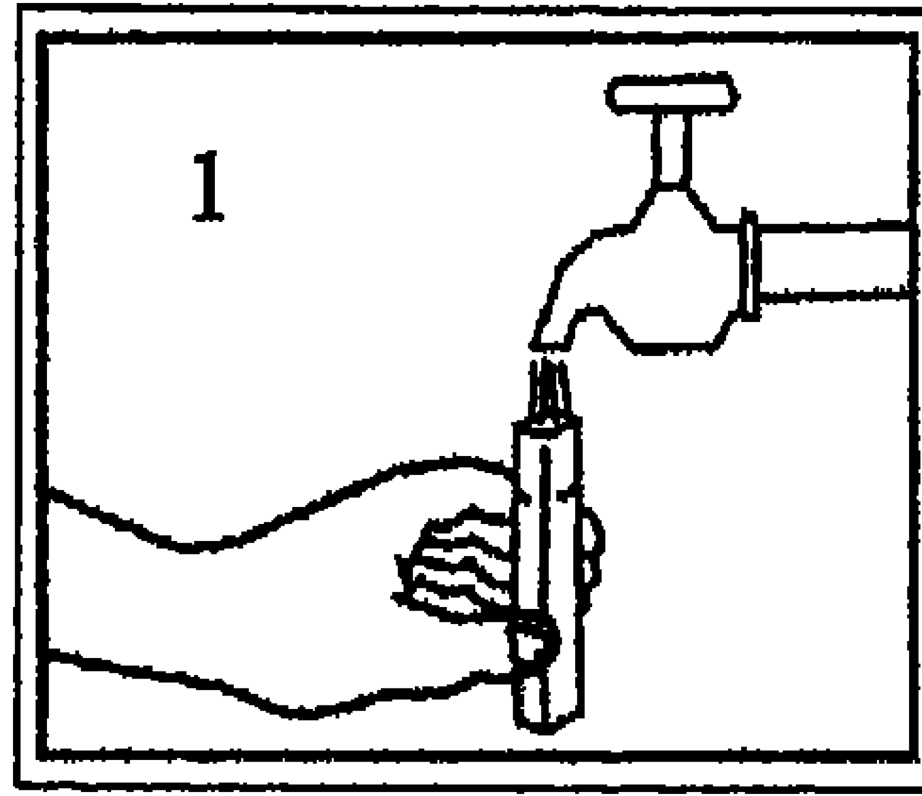
ب = حجم العينة المؤخوذة بالتخفيف بالمليليتر

- تحسب وتسجل قيمة اللون بإعداد صحيحة.

3 - طريقة قياس الكلور المتبقي بالكلورسكوب

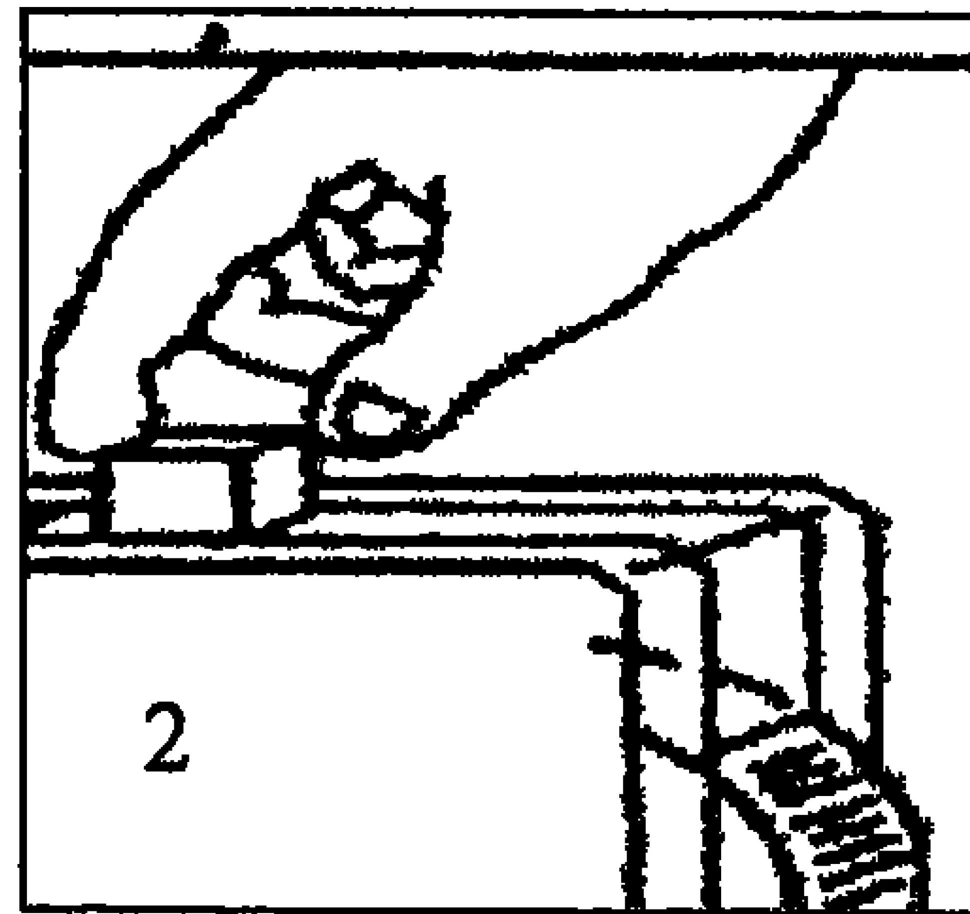
- خطوات قياس الكلور المتبقى بالمياه المعالجة

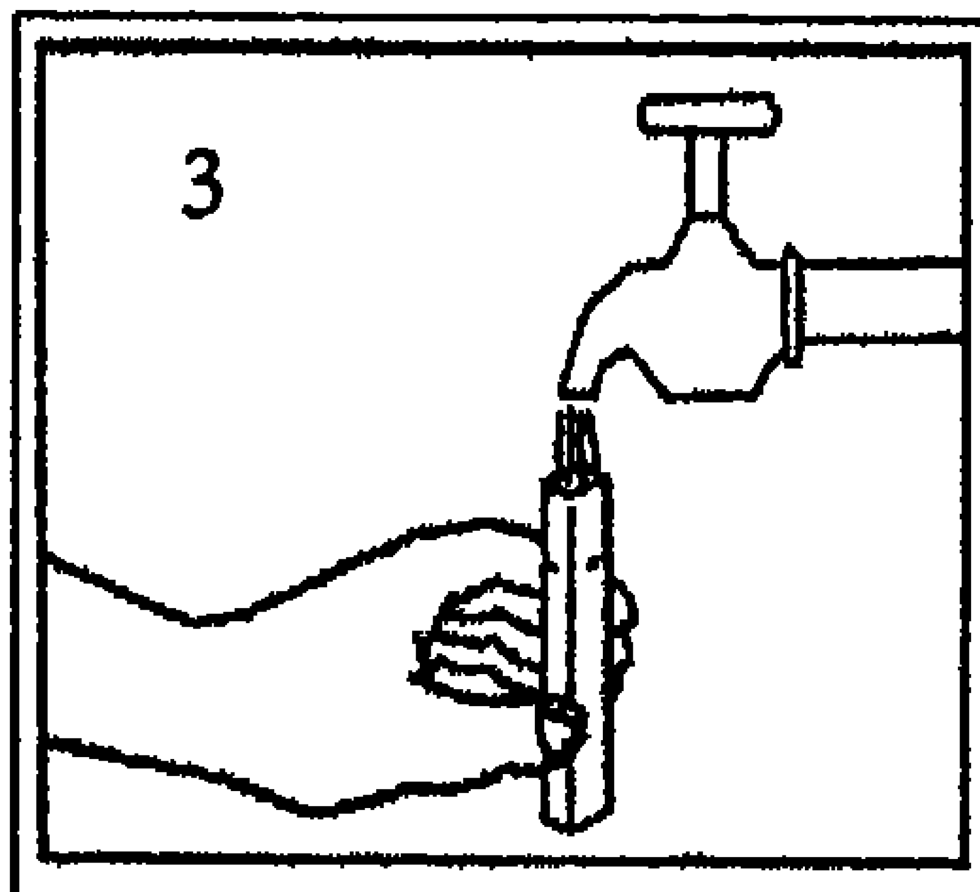
1 - أغسل أنبوبة الأختبار الموجودة بالكلورسكوب 2 - 3 مرات ثم أملئها بالمياه المطلوب قياس الكلور المتبقى بها حتى العلامة بطرف الأنبوبة العلوى.



2 - ضع الأنبوبة فى الفتحه(ب) بالكلورسكوب التى بها الألوان القياسية للكلور المتبقى.

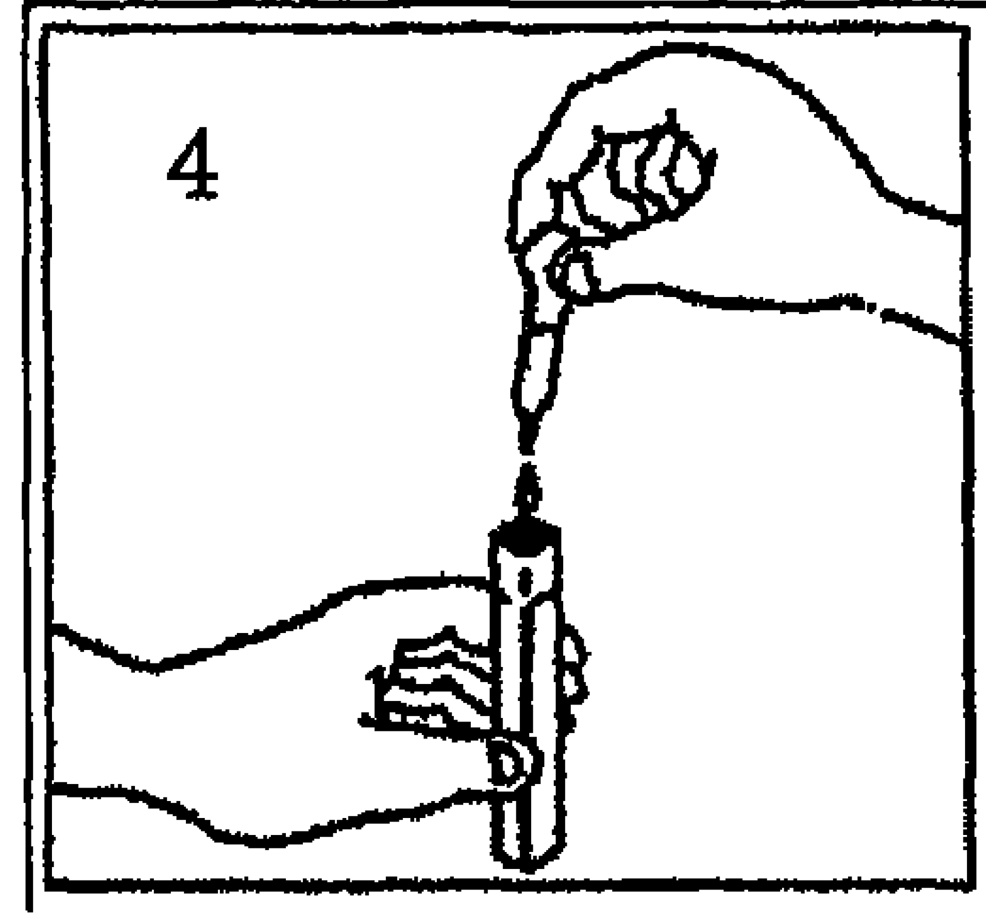
3 - أغسل الأنبوبة الثانية وأملئها بنفس المياه المطلوب قياس الكلور المتبقى بها.

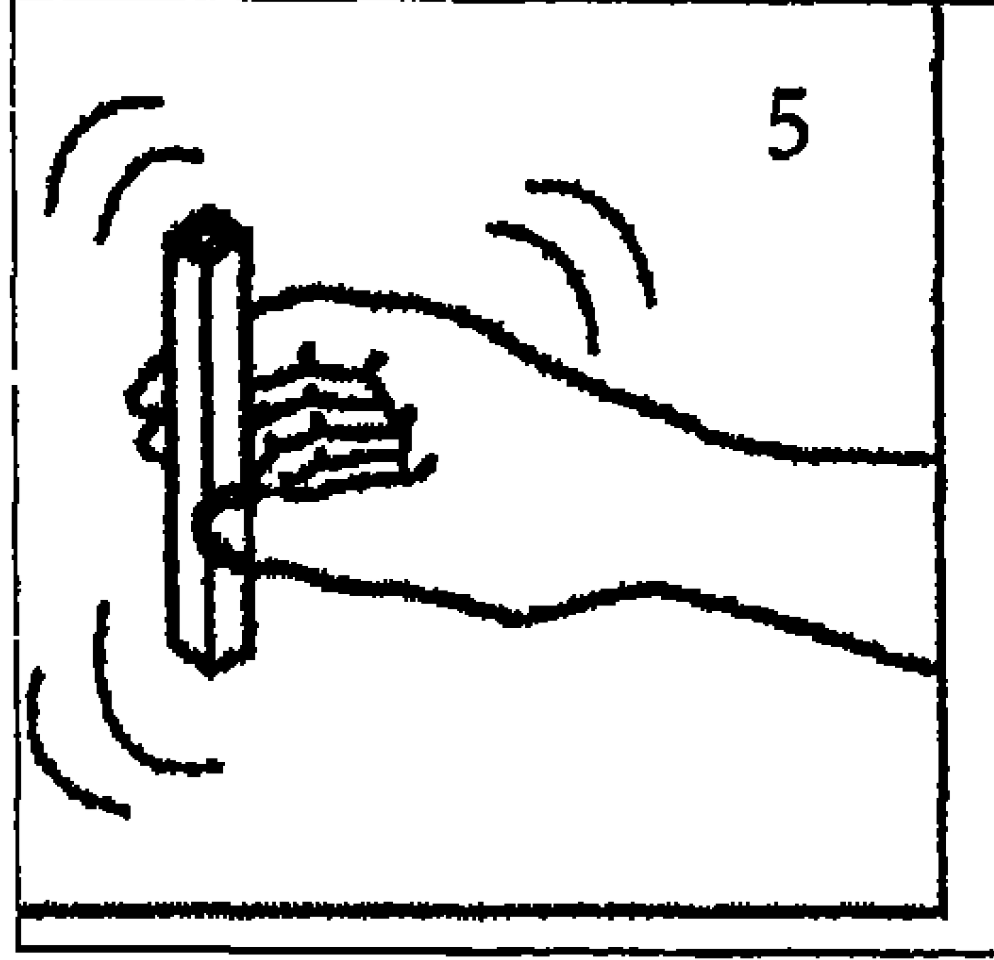




4 – أضف عدداً من نقط الماده الكاشفة طبقا للتعليمات.

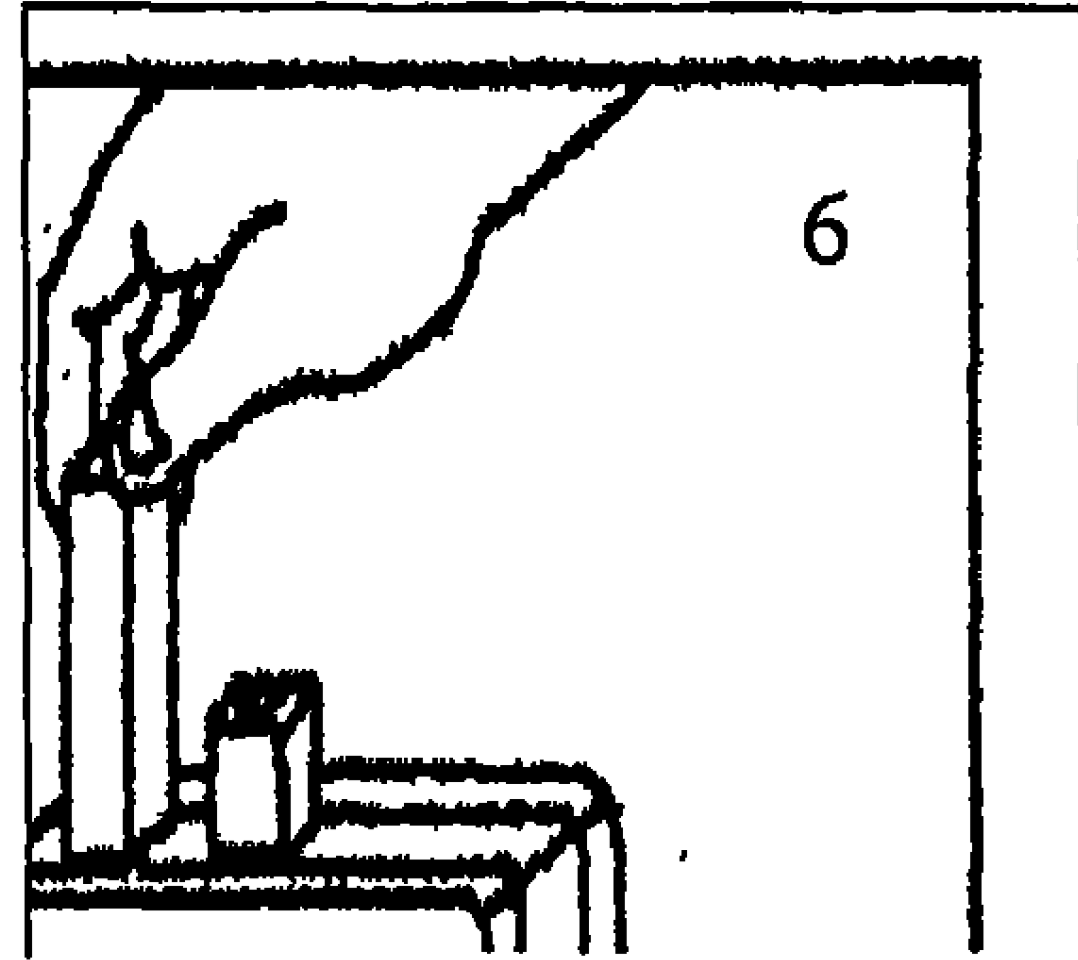
5 – رج الأنبوبة من 3 – 5 ثوانى لا أكثر لخلط المادة الكاشفة بالمياه

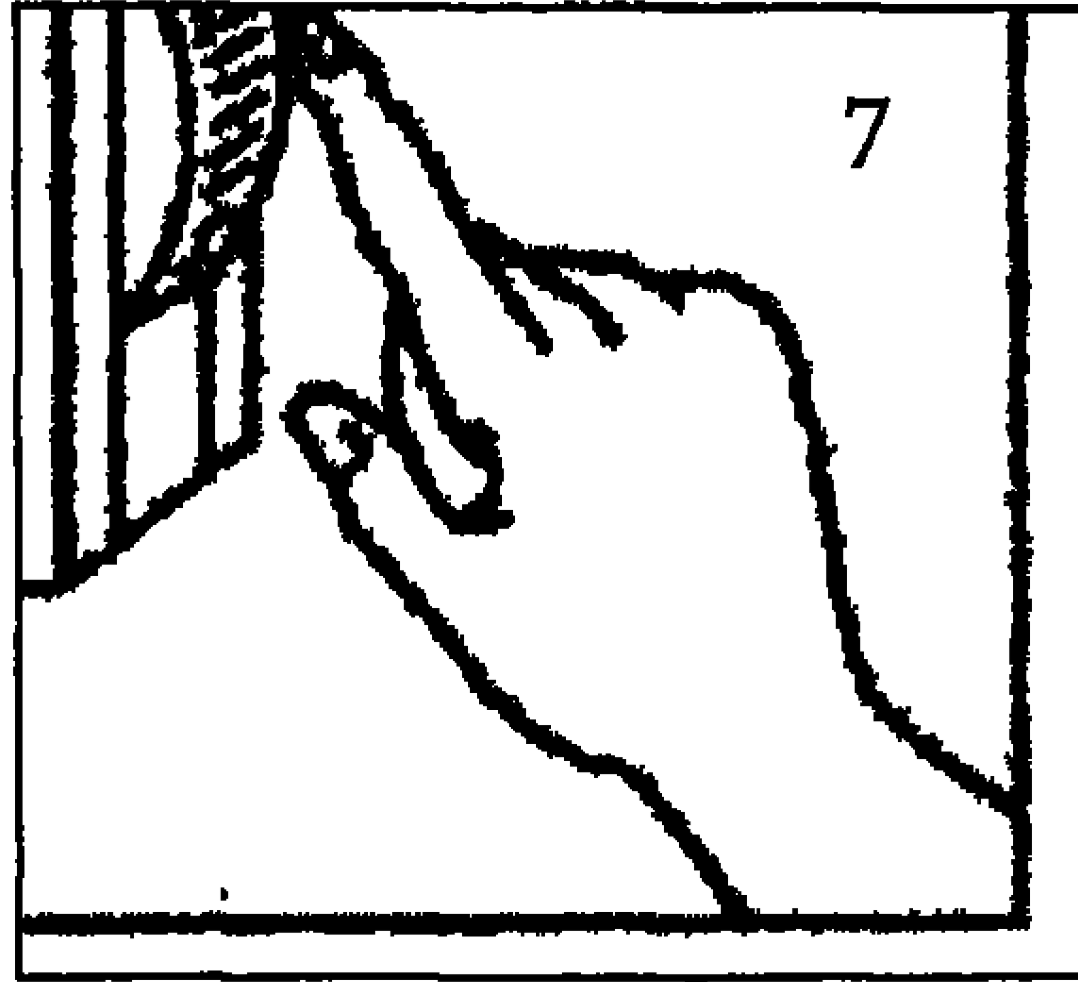




6 – ضع الأنبوبة فى الفتحة(أ) بالكلورسكوب

7 – ضع الكلورسكوب أمام الضوء وأدر قرص الكلوروسكوب الذى به الألوان القياسية حتى يكون اللون أمام الأنبوبه(ب) هو نفس اللون الذى ظهر فى المياه بالأنبوبه (أ). إقرأ نسبة الكلور المتبقى عند الفتحـه(ج) مقدرة ملليجرام /اللتر 0





4 - تقدير العكارة في الماء

العكارة هى مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كأختبار لقياس مدى جودة المياه، وتعتبر العكارة مؤشراً هاما عند تحديد نوعية المياه سواء في المجال الصناعي أو الاستخدام الآدمي. فبالنسبة لمياه الشرب يجب ألا تزيد عكارتها عن خمسة وحدة

عكارة (جاكسون) وذلك لاعتبارات صحية، ولقد وضع هذا الحد لضمان كفاءة عمليات التطهير حيث تقوم المواد العالقة بحماية الكائنات الدقيقة من التعرض للمواد المطهرة أو المؤكسده، بالإضافة إلى أن المواد العالقة لها القدرة على امتصاص المواد الضارة على حبيباتها مما يقلل الذوقية والانتفاعية للمياه. كما أن للمواد العالقة تأثيرا سلبيا على الكائنات المائية وذلك بالتداخل مع عمليات التنفس ودورة التكاثر أو التقليل من الغذاء المتاح. وتسبب العكارة منع اختراق الضوء في الماء إلى مسافات طويلة وتقليص الطبقة المضاءة وبالتالي تخفيض الإنتاجية الخضرية اللازمة في السلسلة الغذائية للكائنات المائية كما تسبب ارتفاع درجة حرارة سطح الماء لامتصاص جزيئات المواد العالقة للضوء وبذلك تمنع الخلط العمودي للماء وانتشار الأكسجين للأجزاء السفلي من الجسم المائي.

طريقة قياس العكارة (طريقة تشتت الضوء) Dispersion Method

ويستخدم جهاز قياس العكارة الكهربي Turbidimeter بوحدة -Nephelom etric Turbidity Units NTU او بوحدة Jakson Turbidity Unit ، JTU ويتم قياس العينات مباشرة بعد معايرة الجهاز باستخدام المحلول القياسي. واتباع خطوات تشغيل وقياس العينات المرفقة لكل جهاز.

أ - الأجهزة والأدوات

جهاز قياس العكارة (Turbidmeter) يجب أن يكون تصميم الجهاز بحيث تصل نسبة قليلة من الضوء المشتت إلى الكاشف في عدم وجود العكارة وأن يكون خالياً من الانحراف المحسوس وأن تسمح حساسية الجهاز بقياس تغير العكارة بمقدار 0.02 وحدة عكارة أو أقل. وأن يكون مدي الجهاز أقل من وحدة عكارة واحدة.

ب - الكواشف والكيماويات

- ماء خالي من العكارة ويحضر بتمرير ماء مقطر على مرشح غشائي 0.45 ميكرومتر.

- محاليل عكارة عيارية يمكن الحصول عليها جاهزة ويمكن تحضيرها بخلط 5 مل من محلول كبريتات الهيدرازين 1 %(ويحضر بإذابة 1جم من المادة في 100 ماء خالي من العكارة) مع 5 مل من محلول سداسي ميثلين رباعي الأمين 10 %(ويحضر بإذابة 10جم من المادة في 100 ماء خالي من العكارة) ويخفف في دورق عياري سعة 100 م ويترك الخليط لمدة 24 ساعة. تعادل عكارة هذا المحلول 400 وحدة عكارة(بمقياس جاكسون) وتحضر هذه المحاليل كل شهر. ويمكن تخفيفها بماء مقطر خالي من العكارة حسب حساسية الجهاز المستخدم ونوعية العينة المراد قياس درجة عكارتها.

ج - الطريقة والحساب

ترج العينة بشدة وتترك حتى تختفي كل الفقاقيع منها ثم تصب العينة في أنبوبة جهاز تقدير العكارة وتقرأ درجة العكارة مباشرة من الجهاز.

درجة العكارة = أ × (ب + س) / س

حيث :

أ = درجة العكارة للعينة المخففة.

ب = حجم الماء المستعمل للتخفيف(مل).

س = حجم العينة المستخدمة للتخفيف (مل).



صورة لجهاز قياس العكارة

5 - قياس التوصيلية الكهربية للماء

التوصيل الكهربى للماء (قياس قابلية الماء للتوصيل الكهربى) يتناسب مع القوة الايونية للماء ويعتمد على طبيعة المواد الايونية الذائبة فى الماء وتركيزها ودرجة حرارة القياس. والوحدة القياسية للتوصيل الكهربى تعطى بوحدة سيمنز/ متر.أو ميكروسيمنز /سم.

تعطي التوصيلية الكهربية للمياه فكرة عن تركيز الايونات والملوحة، وكلما زادت قيمة التوصيلية نتوقع زيادة في تركيز الأيونات.

جدول 6 - 6

التوصيلية الكهربية لمياه من مصادر مختلفة

مصدر الماء	التوصيلية الكهربية ميكروسيمنز/سم
الماء النقي جدا	0.15 - 0.1
الماء المقطر	8 - 3
معظم مصادر مياه الشرب	1200 - 300
المياه السطحية	10000 - 100
المياه الضاربة في الملوحة	12500 - 3750
ماء البحر	60000 - 50000

ولقياس التوصيل الكهربى يجب معرفة ثابت الخلية والذى يقاس بمعرفة محلول قياسى وكذلك يجب معرفة درجة الحرارة واخذها فى الاعتبار عند قياس التوصيل الكهربى.

ويجب ان تترك الخلية دائما فى الماء عند عدم الاستعمال كما يجب ان تجرى القياسات فى موقع اخذ العينة وان تعذر ذلك تجرى عملية القياس فى اسرع وقت ممكن من وقت أخذ العينة.

بالإضافة إلى قياس التوصيلية الكهربية يستخدم جهاز التوصيلية في قياس :

1. الأملاح الكلية الذائبة TDS
2. المقاومة النوعية
3. درجة الحرارة.

أ - المواد والأجهزة

- محلول كلوريد البوتاسيوم 0.01 مولار (KCl 0.01 M).
- جهاز التوصيلية
- عينات المياه

ب - طريقة القياس

1. استخدم محلول كلوريد البوتاسيوم 0.01 مولار لتعيين ثابت الخلية، حيث تبلغ قيمة التوصيلية لهذا المحلول عند درجة 25 مئوية 1413 ميكروسيمنز.

اتبع تعليمات جهاز التوصيلية لمعايرة اتوماتيكيا باستخدام هذا المحلول.

2. قس درجة حرارة عينة الماء.
3. عين التوصيلية الكهربية للعينات.

حساب الأملاح الكلية الذائبة عن طريق التوصيلية الكهربية

يمكن حساب الأملاح الكلية الذائبة تقريبياعن طريق قيمة التوصيلية الكهربية للعينة، فبالنسبة لمياه الشرب والمياه العذبة عموما يمكن تقدير تركيز الأملاح الكلية الذائبة TDS لعينة ما من الماء عن طريق ضرب قيمة التوصيلية الكهربية لهذه العينة في معامل معين طبقا لهذه المعادلة :

$$TDS = SC * 0.65$$

Where : TDS = Total Dissolved Solids in mg/L

SC = Specific Conductance (temperature corrected) in uS/cm

6 - تقدير نسبة الأملاح الكلية الذائبة

الماء الرائق الشفاف يحتوي علي مواد ذائبة مثل الأملاح والغازات والسوائل المخففة. عند تبخر الماء تتطاير الغازات وبعض المواد سهلة التطاير وتتبقي فقط المواد الصلبة غير المتطايرة وهي غالبا الأملاح . وبالتالي تعطي قيمة المواد الصلبة الذائبة تقديرا اوليا لمستوي تركيز الأملاح وبالتالي مدي صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة بدون الحاجة إلى تحاليل معقدة. ويتم تسخين مقدار حجم معين من الماء في كاس زجاجية عند درجة 105 مئوية حتي التبخر التام للماء ووزن الكاس والراسب المتبقي ومن ثم وزن المواد الصلبة الكلية الذائبة في العينة. وعادة ما يعبر عن ذلك بوحدة المليجرام لكل لتر أو بوجدة الجزء من المليون.

الطريقة الوزنية لتقدير الأملاح الكلية الذائبة

أساس هذه الطريقة تسخين عينة الاختبار ثم تجفيفها في فرن تجفيف إلى كتلة ثابتة عند 104 ±1° م.

أ - المواد والأجهزة

أجهزة المختبرات العادية بالإضافة إلى:

- طبق، يفضل أن يكون من البلاتين أو السيلكا أو الصيني أو البيركس.
- حمام مائي.
- مجفف
- ميزان حساس
- فرن تجفيف كهربائي ممكن ضبطه على درجة حرارة 104 ±1° م.

ب - طريقة الاختبار

1 - ترشح العينة بعناية ويؤخذ حجم العينة يمكن الحصول منه على مواد متبقية بين 25، 250 مليجرام.

ملحوظة : يكفي حساب مبدئي تقريبي للقيم التي يحصل عليها من التقديرات الأخري لتقدير هذا الحجم.

2 – يجفف الطبق جيدا داخل الفرن ثم يوضع في المجفف.

2 – يوزن الطبق فارغا إلى دقة مقدارها 0.0001 جم حتي ثبات الوزن وتصب عينة الاختبار في الطبق وتوزن بنفس الدقة.

3 – يوضع الطبق على حمام مائي ويغلي بهدوء وتبخر العينة حتى الجفاف. ينقل الطبق إلى فرن مضبوط على درجة حرارة 104 ±1 م حتى تمام الجفاف ثم يسمح بتبريده في مجفف حتى درجة حرارة الغرفة ويوزن لأقرب 0.0001 جم. يكرر الجفاف في الفرن حتى ثبات الوزن.

ج - طريقة الحساب

$$\text{المواد الصلبة الكلية الذائبة مجم /لتر} = \frac{(\text{ب} - \text{أ}) \times 1000}{\text{حجم العينة سم}3}$$

ب – وزن الطبق والمواد الصلبة.

أ – وزن الطبق فارغ.

7 - تقدير نسبة العسر الكلي في الماء

الماء العسر كما ذكرنا من قبل هو الماء الذي لا يكون رغوة مع الصابون لاحتوائه علي املاح الكالسيوم والماغنيسيوم والتي ترسب املاح الحمض الدهني وهي المادة الفعالة في الصابون. ويعبر عن عسر الماء عادة في صورة تركيز ايونات كربونات الكالسيوم في الماء بوحدة جزء في المليون أو مليجرام في اللتر. والطريقة الشائعة لتقدير نسبة العسر الكلي هي طريقة ال EDTA حيث تتفاعل ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم مع EDTA في وجود الكاشف المناسب والرقم الهيدروجيني المناسب. يمكن تقدير ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم باستخدام كاشف Eriochrome Black T عند رقم

هيدروجيني يساوي= 10، أو تقدير ايون الكالسيوم فقط (عسر الكالسيوم) باستخدام كاشف Murexid عند رقم هيدروجيني يساوي = 12.

أ - أساس الطريقة

ايثيلين ثنائي الأمين رابع حمض الخليك (EDTA) وأملاحه مع الصوديوم تكون مركباً قابلاً للذوبان عند إضافته إلى محلول يحتوي على كاتيونات معادن معينة. وعند إضافة كمية صغيرة من صبغة مثل أريكروم بلاك ت إلى محلول مائي يحتوي على أيونات الكالسيوم والماغنسيوم عند رقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 فإن المحلول يصير لونه أحمرا خمرياً. وعند إضافة (EDTA) كمحلول معايرة، فإن الكالسيوم والماغنسيوم تتحول إلى مركبات معقدة. وبعد إضافة كمية كافية من (EDTA) لتكون مركباً معقدا مع جميع الماغنسيوم والكالسيوم، فإن المحلول يتحول من اللون الأحمر الخمري إلى الأزرق، وتكون هي نقطة التعادل. ولذلك تضاف كمية صغيرة من ملح (EDTA) الماغنسيومي المتعادل إلى محلول ثابت الأس الهيدروجيني، وهي الخطوة التي تعطي تلقائياً ماغنسيوم كاف وفي نفس الوقت تلغي تصحيح التجربة الضابطة.

ويزداد وضوح نقطة التعادل مع زيادة الرقم الهيدروجيني، وقد ثبت كفاية الرقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 المفضل في هذه الطريقة.

والحد الأقصي لفترة المعايرة هو 5 دقائق لكي يقلل من احتمال تكوين راسب كربونات الكالسيوم.

ب - الكواشف والكيماويات

أثناء التحليل تستخدم فقط الكواشف من الصنف التحليلي المعروف والمياه المقطره فقط أو المياه ذات النقاوة المكافئة، ما لم يذكر غير ذلك.

1. محلول منظم (ثابت) الأس الهيدروجيني pH= 10

يحضر عن طريق اذابة 16.9 جم من كلوريد الأمونيوم في 143 مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز، ويضاف 1.25 جم من ملح (EDTA) الماغنسيومي المتعادل ثم يخفف إلى 250 مل بالماء.

وفي حالة عدم وجود ملح (EDTA) الماغنسيومي، يذاب 1.179 جم من ملح ايثيلين ثنائي التميؤ، 780 جم من كبريتات الماغنسيوم أو 644 جم من كلوريد الماغنسيوم في 50 مل ماء. يضاف هذا المحلول إلى 16.9جم من كلوريد الأمونيوم، 143 مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز مع الخلط، ثم يخفف إلى 250 مل بالماء.

وللحصول على أعلي دقة، يضبط حتى التكافؤ التام بإضافة كمية صغيرة من (EDTA) أو كبريتات أو كلوريد الماغنسيوم.

يحفظ المحلول في عبوة من البلاستيك أو الزجاج المقاوم، مغلقة بإحكام لمنع فقدان الأمونيا أو امتصاص ثاني أكسيد الكربون. ويجب عدم التخزين لأكثر من شهر في عبوة معرضة للفتح المتكرر. يسحب محلول ثابت الأس الهيدروجيني بواسطة ماصة ويستغني عنه عند عدم الحصول على رقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 بإضافة 1 أو 2 مل إلى العينة عند نقطة التعادل للمعايرة.

2. ملح ادتا الصوديومي الثنائي EDTA 0.01 عياري

يوزن 3.721 جم من ايثيلين ثنائي الأمين رباعي الخلات ثنائي الصوديوم ثنائي التميؤ(EDTA) ثم يذاب في الماء ويخفف إلى 1000 مل. يضبط التركيز عن طريق المعايرة مع محلول الكالسيوم القياسي.

ويمكن استخدام الصنف النقي لملح (EDTA) ثنائي الصوديوم ثنائي التميؤ إذا ترك محلول المعايرة ليستقر لعدة أيام ثم يرشح بعد ذلك. يذاب 4.0 جم من هذه المادة في 800 مل من الماء وتعاير مع محلول الكالسيوم القياسي. يضبط محلول المعايرة حتى يكون 1 مل مكافئاً 1 مجم كربونات كالسيوم.

وبسبب انتزاع محلول المعايرة للكاتيونات المسببة للعسر من الأوعية المصنوعة من الزجاج اللين، فإنه يفضل أن يكون التخزين في قوارير من البولي ايثيلين أو البيركس إذا تعذرت الأول ي. يعادل التغير التدريجي عن طريق المعايرة من وقت لآخر ومعامل تصحيح مناسب.

3. دليل الأريكروم بلاك ت Eriochrom Black T :

يحضر مخلوط من المسحوق الجاف عن طريق خلط 0.5 جم من الدليل مع 100جم كلوريد صوديوم. ويقترب الدليل من الفساد وخاصة عند تعرضه للهواء الرطب.

4. محلول الكالسيوم القياسي

يوازن بالضبط 1جم من مسحوق كربونات الكالسيوم اللامائي(معيار أساسي أو كاشف خاص به نسبة منخفضة من المعادن الثقيلة والقلويات والماغنسيوم)، في قارورة أيرلنماير سعة 500مل. يوضع قمع على رقبة القارورة ثم يضاف قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف (1+1) في المرة الواحدة، حتى تذوب جميع كربونات الكالسيوم. يضاف 200 مل من الماء ثم يغلي لبضع دقائق حتى يطرد ثاني أكسيد الكربون. يبرد ثم يضاف بضع نقط من كاشف أحمر الميثيل ويضبط على اللون البرتقالي المتوسيط بإضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم (3 عياري) أو حمض الهيدروكلوريك المخفف (1+1) حسب الطلب. ينقل كمياً في قارورة حجمية سعة 1000 مل ذي علامة واحدة ثم تملأ بالماء حتى العلامة.

1 مل من هذا المحلول القياسي يكون مكافئاً 1 مجم كربونات كالسيوم.

ج - طريقة القياس

يختار حجم من عينة الاختبار الذي يلزم له أقل من 15مل من محلول المعايرة (EDTA). ويجب ألا يزيد الوقت اللازم للمعايرة عن 5 دقائق، محسوبة من وقت إضافة ثابت الأس الهيدروجيني.

يخفف 25مل من العينة إلى 50 مل بالماء في وعاء من الصيني أو دورق مخروطي. يضاف من 1 إلى 2 مل محلول ثابت الأس الهيدروجيني، وعادة يكون 1 مل كافيا للحصول على رقم هيدروجيني 10.0 إلى 10.1 ويدل عدم ظهور تغير واضح في اللون عند نقطة التعادل على أن الدليل قد فسد.

تضاف كمية كافية من المسحوق الجاف للدليل (30 مجم)، ثم يضاف ببطء محلول المعايرة (EDTA) مع التقليب المستمرة، حتى يختفي اللون الأحمر الباهت من المحلول، مع إضافة النقط القليلة الأخيرة على فترات من 3 إلى 5 ثواني. يكون لون المحلول أزرقاً عند نقطة التعادل في الظروف العادية. ويفضل كلية ضوء النهار أو مصباح فلورسنت لأن الأضواء المتوهجة العادية تحدث لوناً أحمرا باهتا في اللون الأزرق عند نقطة التعادل.

وإذا توافرت عينة كافية، مع عدم وجود تداخل، فإن الدقة تزاد عن طريق زيادة حجم العينة كما هو موضح فيما بعد. وفي حالة المياه الخارجة من جهاز التبادل الأيوني أو المياه الأخري اليسرة وكذلك المياه الطبيعية ذات العسر المنخفض(اقل من 5 مجم/لتر)، تؤخذ عينة أكبر للمعايرة من 100مل إلى 1000 مل، ثم تضاف كميات متناسبة من ثابت الأس الهيدروجيني والكاشف.

يضاف محلول المعايرة (EDTA) ببطء من سحاحة دقيقة، وتجري تجربة ضابطة (بلانك) باستخدام ماء معاد تقطيره أو عديم التأين في نفس حجم العينة، ومضاف إليه كميات مماثلة من ثابت الأس الهيدروجيني والكاشف.

د - الحسابات

تحسب نسبة العسر مقدرة كملجرامات كربونات كالسيوم في اللتر من الصيغة :

$$\frac{ح_2 - ح_1}{ح} \times 1000 \times ت$$

حيث :

ح1 هو الحجم بالمليلترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول الاختبار الضابط (البلانك).

ح2 هو الحجم بالمليلترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول العينة.

ح هو الحجم بالمليلترات لعينة الاختبار.

ت هي مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA)، المحسوب كمليجرامات كربونات الكالسيوم المناظرة لمليلتر واحد من المحلول (في هذه الحالة ت = 1).

بعض الحسابات والعلاقات لعسر الماء

العسر الكلي ككربونات الكالسيوم مجم /لتر =عسر الكالسيوم + عسر الماغنيسيوم

عسر الماغنيسيوم = العسر الكلي – عسر الكالسيوم

العسر الكلي = [2.497(تركيز الكالسيوم مجم/لتر) + 4.118 (تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر)]

تركيز الكالسيوم مجم/لتر = عسر الكالسيوم × 0.4004

تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر = عسر الماغنيسيوم × 0.243

عسر الكالسيوم ككربونات الكالسيوم مجم /لتر = تركيز الكالسيوم مجم /لتر × 2.497

عسر الماغنيسيوم ككربونات الكالسيوم مجم /لتر = تركيز الماغنيسيوم مجم /لتر × 4.118

8 - تقدير نسبة الكالسيوم

تعد طريقة (EDTA) باستخدام الميروكسيد كدليل لتقدير نسبة الكالسيوم في مياه الشرب من اشهر الطرق التحليلية المستخدمة. وتعتمد فكرة التجربة علي أساس انه عند إضافة ايثيلين ثنائي الأُمين رابع حمض الخليك (EDTA) أو أُملاحه إلى الماء المحتوي على كلا من الكالسيوم والماغنسيوم، فإنه يتحد أولاً مع الكالسيوم الموجود، ويمكن تقدير الكالسيوم مباشرة باستخدام (EDTA) عن طريق زيادة الرقم الهيدروجيني

بدرجة تكفي لترسب أغلب الماغنسيوم على هيئة هيدروكسيد، باستخدام دليل يتحد فقط مع الكالسيوم. ويوجد دلائل عديدة تتغير في اللون عند النقطة التي يكون عندها جميع الكالسيوم مع (EDTA) مركباً معقداً عند رقم هيدروجيني من 12 إلى 13.

أ - الكواشف والكيماويات

1 – محلول هيدروكسيد الصوديوم(1 عياري).

2 – دليل الميروكسيد(بيربورات الامونيوم) :

: Murexide (Ammonium Perpurate)

يكون المخلوط المطحون لمسحوق الصيغة وكلوريد الصوديوم، دليلاً ذا مظهر ثابت. ويجهز بخلط 200 مجم من الميروكسيد مع 100 جم كلوريد صوديوم صلبة ثم يطحن المخلوط إلى حجم من 300 إلى 400 ميكرون. ويجب إجراء المعايرة مباشرة بعد إضافة الدليل لكونه غير ثابت في المحلول القلوي.

3 – ملح ادتا الصوديومي الثنائي EDTA 0.01 عياري

ب - طريقة القياس

بسبب الرقم الهيدروجيني المرتفع المستخدم في هذه الطريقة، فإن المعايرة تتم مباشرة بعد إضافة القلوي. يستخدم 50مل من عينة الاختبار أو حجم مناسب أقل، يخفف إلى 50مل لكي تكون كمية الكالسيوم حوالي 5 إلى 10 مجم. تحلل المياه العسرة ذات القلوية التي تزيد على 300 مجم/لتر كربونات كالسيوم، يأخذ حجم أقل مناسب وتخفيفه إلى 50مل أو بمعادلة القلوية بحمض والغلي لمدة دقيقة ثم التبريد قبل بدء المعايرة.

يضاف 2 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم، أو حجم كاف للحصول على رقم هيدروجيني من 12 إلى 13. يقلب ثم يضاف من 0.1 إلى 0.2 جرام من مخلوط الدليل ثم يتم معايرة العينة بإضافة محلول المعايرة(EDTA) ببطء، مع التقليب المستمر حتي نقطة التعادل.

ج - النتائج والحسابات

يحسب تركيز الكالسيوم مقدراً كمليجرامات الكالسيوم في اللتر من الصيغة :

$$= \frac{0.4004 \times ب \times ت \times 1000}{حجم\ العينة\ سم3}$$

حيث :

ب الحجم بالميلترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول الاختبار.

ت مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA).

0.4004 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى كالسيوم.

ج - طريقة أخرى للحساب

تحسب نسبة عسر الكالسيوم مقدرة كملجرامات كربونات كالسيوم في اللتر من الصيغة :

$$= \frac{(ب - أ) \times 1000 \times ت}{حجم\ العينة\ مم3}$$

حيث :

أ هو الحجم بالميلترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم الاختبار الضابط . (البلانك).

ب هو الحجم بالميلترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول العينة

ت هي مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA)، المحسوب كمليجرامات كربونات الكالسيوم المناظرة لمليمتر واحد من المحلول (في هذه الحالة ت = 1).

ثم يحسب الكالسيوم من المعادلة:

تركيز الكالسيوم مجم/لتر = عسر الكالسيوم × 0.4004

حيث 0.4004 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى كالسيوم.

9 - تقدير نسبة الماغنيسيوم

يمكن حساب نسبة الماغنيسيوم عن طريق الحسابات من المعادلات الآتية :

عسر الماغنيسيوم ككربونات كالسيوم مجم/لتر = العسر الكلي – عسر الكالسيوم

تركيز الماغنيسيوم مجم/ لتر = عسر الماغنيسيوم × 0.243

حيث 0.243 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى ماغيسيوم.

ملحوظة :

إذا كانت الكاتيونات الأخري المسببة للعسر بكميات ملموسة، فيجب تقديرها وإدخالها في الحساب.

10 - القلوية الكلية Total Alkalinity

تنتج القلوية من وجود عناصر الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات لبعض العناصر مثل أملاح كربونات وبيكربونات الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم، وتعتبر أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم هما أكثر الأملاح المسببة للقلوية.

ويمكن اعتبار البورات والسليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القلوية.

يؤثر كل من القلوية وتركيز أيون الهيدروجين في مياه الشرب علي كفاءة عمليات الترويب والتزغيب والترسيب الكيميائي.

أ - قياس القلوية الكلية

تقاس القلوية الكلية بمعادلة المواد المسببة للقلوية بحمض قوي معلوم العيارية باستخدام دليل مناسب كالمثيل البرتقالي والذي يعمل في مدي للرقم الهيدروجيني من 3.0 إلى 5.0.

ب - المواد والأجهزة

- حمض الكبريتيك 0.02 عياري
- كاشف الميثيل البرتقالي.
- ادوات المعايرة.

ج - طريقة القياس

1. يحضر حمض الكبريتيك 0.02 عياري بالتحفيف من تركيز قياسي عياري 1.0 او من تركيز عياري 0.1.
2. يحضر 0.02 عياري من بيكربونات الصوديوم لمعايرة حمض الكبريتيك.
3. تتم معايرة حمض الكبريتيك مع بيكربونات الصوديوم باستخدام الميثيل البرتقالي(نقطة التعادل هي اول نقطة لتغير اللون الاصفر إلى اللون البرتقالي)، ومن ثم نحصل علي العيارية الدقيقة للحمض.
4. يعاير50 مل من عينة الماء بالحمض في وجود الميثيل البرتقالي.

د - الحسابات

القلوية الكلية لعينة الماء مقيمة ككربونات الكالسيوم مجم/ لتر

$$= \frac{\text{[عيارية الحمض × حجم الحمض بالملي] [الوزن المكافيء لكربونات الكالسيوم] ×1000}}{\text{حجم العينة المأخوذ (50 مل)}}$$

6 - 7. الاختبارات والفحوص البكتيريولوجية لمياه الشرب

Bacteriological Examination and Tests for Drinking Water

6 - 7 - 1. الأسس العلمية لفلسفة الفحوص البكتيريولوجية الروتينية لمياه الشرب [*]

في عام 1855 اكد العالمان الامريكيان سنو وباد ان تفشي حمي التيفود والكوليرا يرتبط ارتباطا وثيقا ومباشرا بالمياه الملوثة بالفضلات البرازية. ومنذ ذلك الحين بات من الضروري وضع معايير لتحديد مدي ملائمة المياه لاغراض الشرب والاستحمام من خلال وجود طرق بسيطة وسريعة يمكن التعويل عليها للتأكد من جودة المياه وكافية لحماية الصحة العامة.

ولما كان من الصعب الكشف عن الكائنات المرضة بطرق روتينية بسيطة وذلك لان التعرف عليها يتطلب اجراء اختبارات تستغرق وقتا طويلا، كما انها ايضا اختبارات مكلفة اقتصاديا. ادي ذلك الامر إلى تطور طرق فحص الكائنات البرازية الأخري التي يشير عدم وجودها إلى تضاؤل فرص وجود البكتريا المرضة في المياه. وتعتبر هذه فكرة الكائنات الدليلة كقاعدة اساسية للمعايير البكتيريولوجية لجودة المياه.

وعلي الرغم من أهمية استخدام الكائنات الدليلة في تقييم جودة المياه الا ان غيابها لا يؤكد بصورة قاطعة ولا يجزم ان المياه امنة تماما وتصلح للاستخدام الادمي.

6 - 7 - 2. الكشف عن الميكروبات المرضية (كاشفات التلوث الحيوية)

الكشف عن الميكروبات الحيوية بالماء آمر بالغ الصعوبة إذا أن هذه الميكروبات قد توجد إعداد قليلة مما يجعل من الصعب عزلها في مزارع نقية، كما أنه من السهل تمييزها بالشكل الخارجي عن الميكروبات الأخري غير المرضية، فإذا ما اريد الكشف عنها وتمييزها عن غيرها، فإن ذلك يتطلب عملا ومجهودا كبيرا، ووقتا طويلا قد

---

[*] د ممدوح زكي مدير ادارة المياه بالمعامل المركزية لوزارة الصحة – مصر نقلا عن مجلة العلميون ابريل ٢٠٠٨.

يحدث أثناء ه خطر، وبالرغم من ذلك، فقد لا يتوصل إلى نتائج مرضية، لكل هذه الصعوبات، فإنه يلجا للكشف عن الميكروبات المرضية بطريقة غير مباشرة.

ونظرا لان أهم الأمراض التي تنتقل عن طريق المياه هي التيفود والباراتيفود / والكوليرا والدوسنتاريا المعوية، وهي كلها تتسبب عن ميكروبات معوية تأتي من المواد البرازية لذلك فان وجود مياه مجاري في مياه الشرب يدل علي أن هذه المياه خطرة، إذ قد تحتوي علي واحد أو أكثر من الميكروبات المرضية، السابق الإشارة إليها، ومن المعروف، أن أمعاء الإنسان، والحيوانات ذات الدم الحار، تحتوي علي إعداد كبيرة من الميكروبات أغلبه من النوع غير الضار، ومن الميكروبات التي وجدت بكثرة في البراز Escherichia coli وعلي ذلك، فإن وجود ميكروب E. coli في ماء الشرب، يؤخذ كدليل حيوي علي تلوث هذه المياه بمياه المجاري، إذ تعتبر هذه الميكروبات كاشفات للتلوث، ويعني هذا، أن المياه التي يوجد بها كاشفات التلوث يحتمل أن يوجد بها ميكروبات مرضة معوية، مثل هي التيفود والباراتيفود والكوليرا والدوسنتاريا المعوية، مثل تلك المسبب لشلل الأطفال.

والأسباب التي دعت لاختيار E. coli كدليل حيوي للكشف عن التلوث هي: -

- أن الكشف عن هذه البكتريا سهل وميسور.
- أن هذه البكتريا من السهل تداولها فهي غير ممرضة، ولا تضر القائمين بالعمل
- مصدرها برازي، وتوجد دائما بالمياه الملوثه مادامت البكتريا المرضة موجودة بها.
- تعيش بالمياه لمدة أطول من الميكروبات المرضية.
- المياه السليمة غير الملوثة خالية من هذه البكتيريا.

ونظراً لان بكتريا E. coli مصدرها برازي، بينما يوجد افراد أخرى من البكتريا القولون، مصدرها غير برازي وقادرة أيضا علي تحليل سكر اللاكتوز، لحامض

وغاز مثل البكتريا التي توجد علي النباتات والحبوب وفي التربة، ومثل البكتريا التي مصدرها القناة التنفسية.

لذلك فإنه بعد الكشف عن مجموعة بكتريا القولون بالمياه فإنه يجب التمييز بين الميكروبات المحلله لسكر اللاكتوز البرازيـــة وغير البرازيـــة، حتي يتسني الحكم بدقة علي تلوث مياه الشرب بمياه المجاري أما باقي البكتريا المعوية، فهي غير محللة لسكر اللاكتوز. تنتمي بكتريا coli Escherichia إلى ما يسمي بمجموعة بكتريا القولون وتتصف هذه المجموعة بأنها عصوية قصيرة، سالبة لصبة لجرام، غير متجرثمة، اختيارية للهواء، تحلل سكر اللاكتوز.

أولاً:. الفحص البكتريولوجي للمياه.

الطرق المتبعـة لتقدير إعداد البكتريا في الماء لا يعطي إلا جزء من العدد الفعلي للكائنات لأن معظم الميكروبات لا تنمو علي البيئة المستخدمـــة ولا يهمنا العدد الكلي بدرجة كبيرة مثل ما يهمنا بوجه خاص تواجد مجموعة بكتريا القولون التي قد تصل إلى المياه عن طريق التلوث بمياه المجاري، وبكتريا القولون هي المجموعة التي تشمل كل الميكروبات الهوائية والاختيارية والتي تتميز بأنها عصويات قصيرة مستقيمة سالبة جرام – غير متحركة – تخمر سكر اللاكتوز مع إنتاج غاز. ولذلك فإنه لاختبار صلاحية عينه المياه لأغراض الشرب والاستخدام المنزلي وللاستخدام في المصانع يجري عليها الآتي:.

- العد الكلي للميكروبات في عينة المياه.
- اختبار تلوث العينة بمياه المجاري.

طريقة أخذ العينات للتحليل

الشروط الواجب أخذها في الاعتبار عند أخذ عينة مياه للتحليل.

1. يجب أن تمثل العينة مصدر المياه المطلوبة فحصه.

2. يجب أخذ الاحتياطات اللازمـة لعدم تلوث العينة أثناء أخذها.
3. عند أخذ العينة من ماء الحنفية يلاحظ تعقيم فوهـة الحنفية باستخدام اللهب مع ترك الحنفية مفتوحـة قبل اخذ العينة لمدة 5 دقائق.
4. عند اخذ العينة من ترعة أو نهر أو أي مصدر مياه أخر فإنه يجب أن تؤخذ من تحت سطح الماء وذلك بفتح غطاء الزجاجة المعقمة تحت سطح الماء.
5. إذا كانت من مياه الطلمبات تترك الطلمبـة تعمل فترة من الزمن تكفي للتخلص من المياه المخزنـة بالمواسير وذلك قبل أخذا العينة.
6. إذا كانت من مياه معاملة بالكلور يوضع في زجاجة جمع العينات 0.02جم مسحوق ثيوسلفات الصوديوم لكل لتر، حيث تتحد هذه المادة مع الكلور المتبقي بالمياه فتوقف تأثيره.
7. يجب أن تجري الاختبارات البكتريولوجية مباشرة بعد أخذ العينة وإذا وجد أن الزمن سوف يزيد عن 3 ساعات تحفظ العينات في ثلاجـة من 5 إلى 10 لمنع حدوث أي تغير بالعينـة.

العد الكلي للبكتيريا بالماء كدليل علي صلاحيته للشرب

تعتبر المقياس الأمريكي أن الماء صالحا للشرب إذا أحتوي علي عدد كلي من البكتريا أقل من 100 ميكروب ملي مقدرة بطريقة الأطباق علي بيئة الاجار، المحضن علي درجة 37 م لمدة 24 ساعة ويختلف العدد الناتج بطبيعة الحال باختلاف طريقة اخذ العينة وطريقة التقدير ونوع البيئة ودرجة حرارة التحضين وبالنسبة للمياه المعدنية فيجب أن لا يزيد عدد البكتريا الكلي عن 20 مل وفي المواصفات الأمريكية، فان الماء الصالح للشرب، يجب أن يحتوي علي أقل من 2 بكتريا كولاي لكل 100 مل ماء، فإذا زاد العدد عن 100 كولاي لكل 100 مل فإن الماء لا يعتبر صالحا للشرب.

1) **طريقة الأطباق المتعددة** (Multiple tube fermentation (MTF .

الأدوات والمواد المستخدمة

- زجاجة عينة مياه معقمة.
- بيئة آجار التربتون والجلوكوز ومستخلص الخميرة
- أطباق بتري وماصات معقمة.
- أنابيب مياه مقطرة معقمة بكل أنبوبة 9 مل ماء

طريقة العمل : -

1 - رج عينة المياه جيداً حوالي 25 مرة.

2 - انقل بواسطة ماصة معقمة مقدار 1مل من عينة الماء إلى أنبوبة بها 9 مل ماء معقم فيصبح التخفيف 10 - 1.

3 - استمر في عمل سلسلة التخفيفات مع ملاحظة كتابة أرقام التخفيفات علي الأنابيب مع استعمال ماصة لكل تخفيف بشرط أن تكون معقمة.

4 - ينقل من أنابيب التخفيف 1مل إلى أطباق بتري مع ترقيم الأطباق بما يتناسب مع كل تخفيف حيث يتم عمل طبقين من كل تخفيف مع ملاحظة استخدام ماصات معقمة لكل تخفيف علي حده أو استعمال ماصة واحدة معقمة على ان يكون النقل من التخفيف الأعلى إلى الأقل.

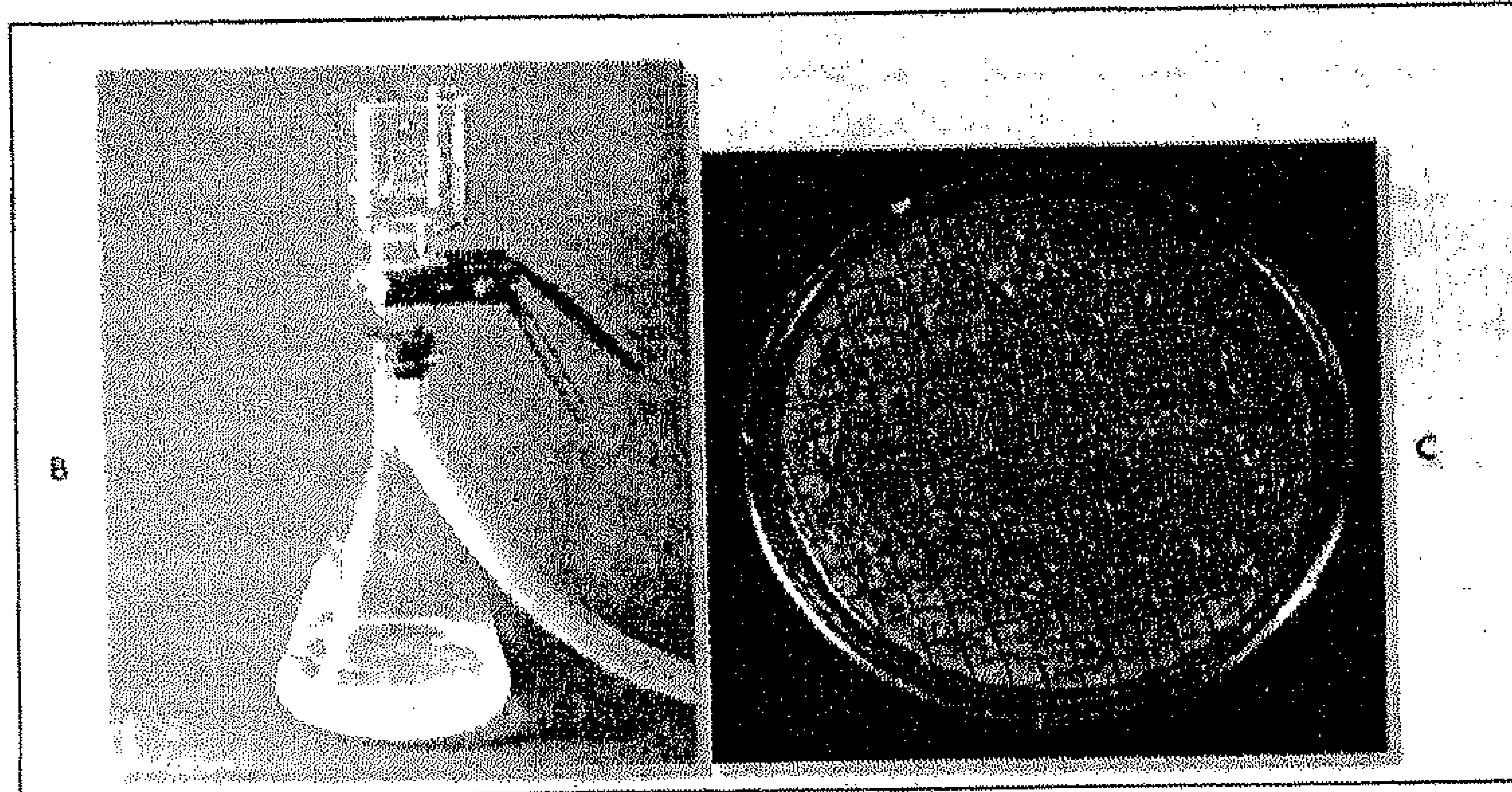
5 - يلي ذلك صب بيئة آجار التربتون والجلوكوز ومستخلص الخميرة علي الاطباق وذلك بعد إسالة البيئة وتبريدها الى50 - 55 °م ثم تحضن الاطباق مقلوبة علي 37°م لمدة 48 ساعة.

6 - بعد انتهاء مدة التحضين يتم عد مجاميع الميكروبات علي الأطباق وتسجيل النتائج حيث تستبعد الأطباق التي بها أقل من 30 أو أكثر من 300 مستعمرة.

7 - خذ المتوسط الحسابي من كل طبقين من تخفيف واحد ثم أضرب في مقلوب التخفيف فينتج عدد البكتريا في 1 مل من العينة.

إعداد الميكروبات الكلية في 1 مل عينة مياه = متوسط إعداد الميكروبات في التخفيف× مقلوب التخفيف

C.F.U = Colony Forming Unite



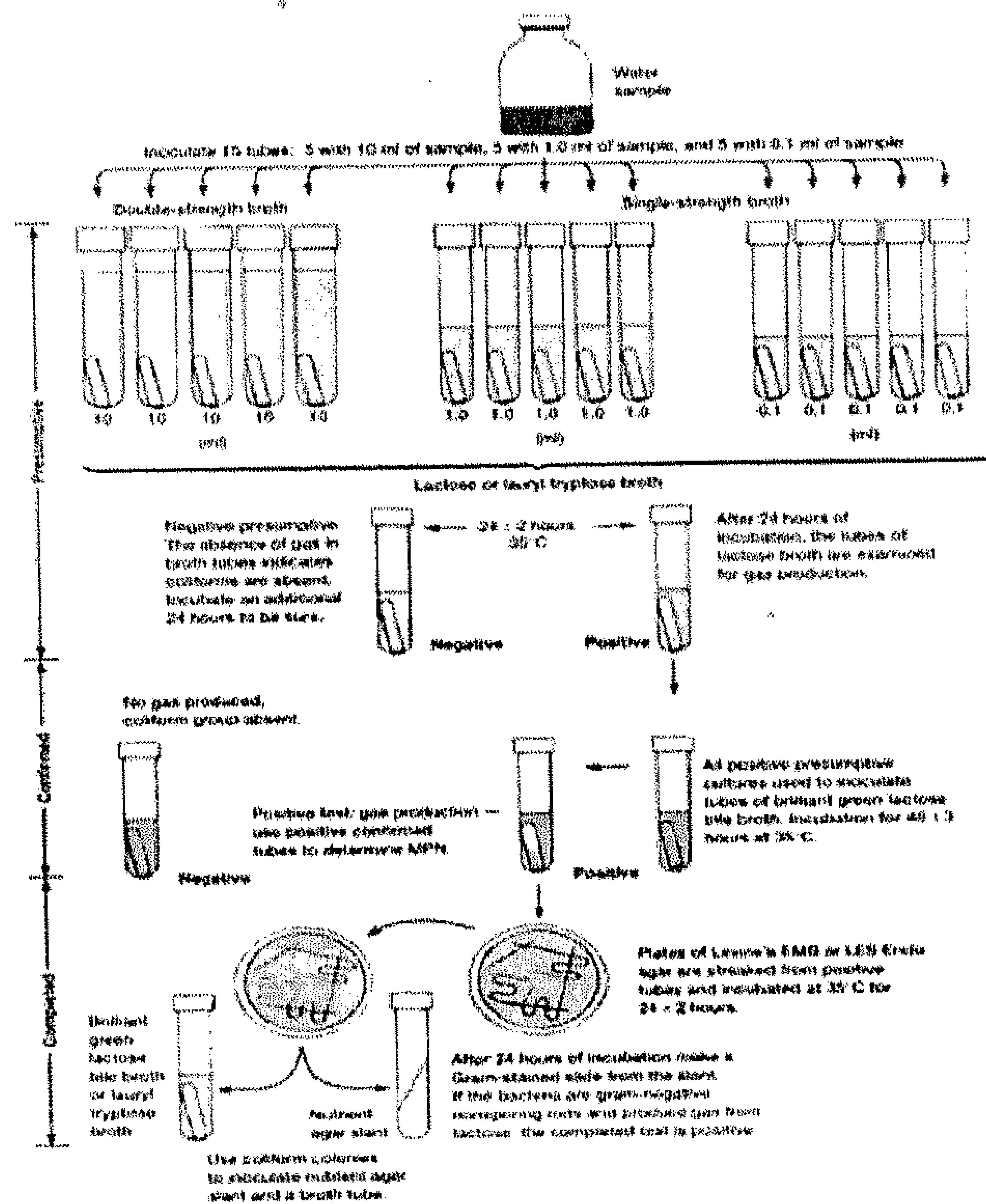


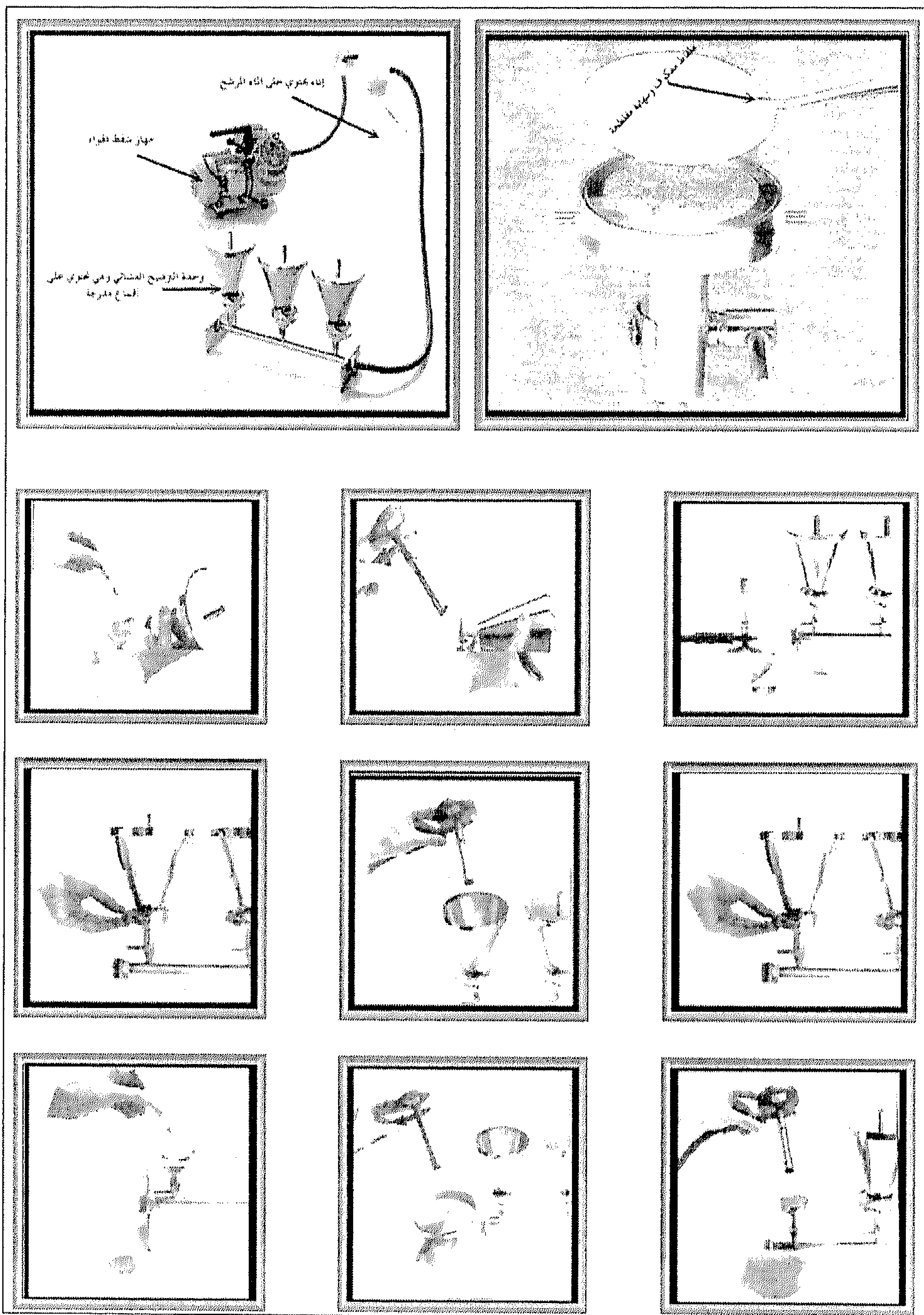
Figure 41.26 The Multiple-Tube Fermentation Test. The multiple-tube fermentation technique has been used for many years for the sanitary analysis of water. Lactose broth tubes are inoculated with different water volumes in the presumptive test. Tubes that are positive for gas production are inoculated into brilliant green lactose bile broth in the confirmed test, and positive tubes are used to calculate the most probable number (MPN) value. The completed test is used to establish that coliform bacteria are present.

2) **طريقة الترشيح بالاغشية** Membrane filtration (MF)

في هذه الطريقة يرشح حجم مناسب من عينة الماء، وكلما كان الماء أقل تلوثاً كلما كان حجم الماء المرشح أكثر فلمياه الشرب أو الآبار أو الينابيع مثلاً يأخذ 100 مل أو أكثر ولمياه الأنهار 10 مل أو 1 مل أو 0.1 مل، وهكذا ويستعمل مرشح غشائي قطر مسامه 0.45 ميكرون.

و يتم ترشيح حجم مقاس من الماء من خلال المرشح الغشائي و تحتجز البكتيريا علي سطحه، يرفع المرشح الغشائي بعد الانتهاء من الترشيح بملقط معقم بعد ذلك يتم حفظ المرشح الغشائي وما عليه من بكتريا في وسط غذائي مناسب و يحضن في حضانة معملية لمدة 18 – 22 ساعة عند 37 مئوية، في خلال هذا الوقت تتكاثر القولونيات المقاومة للحرارة وتشكل مستعمرات. تلاحظ المستعمرات النامية حيث تظهر مستعمرات بكتريا القولون النموذجية (على وسط Endo Agar وE.M.B Agar) بلون وردي أو أحمر داكن مع لمعة معدنية في وسطها وتعد هذه المستعمرات وتؤخذ الأطباق الحاوية 20 – 80 مستعمرة ويجب ألا تزيد عن 200 مستعمرة للمرشح الواحد ويحسب عددها في 100 مل من الماء. إذا كان عدد المستعمرات كبيراً يفضل إعادة الترشيح ويؤخذ حجم أقل من عينة الماء.

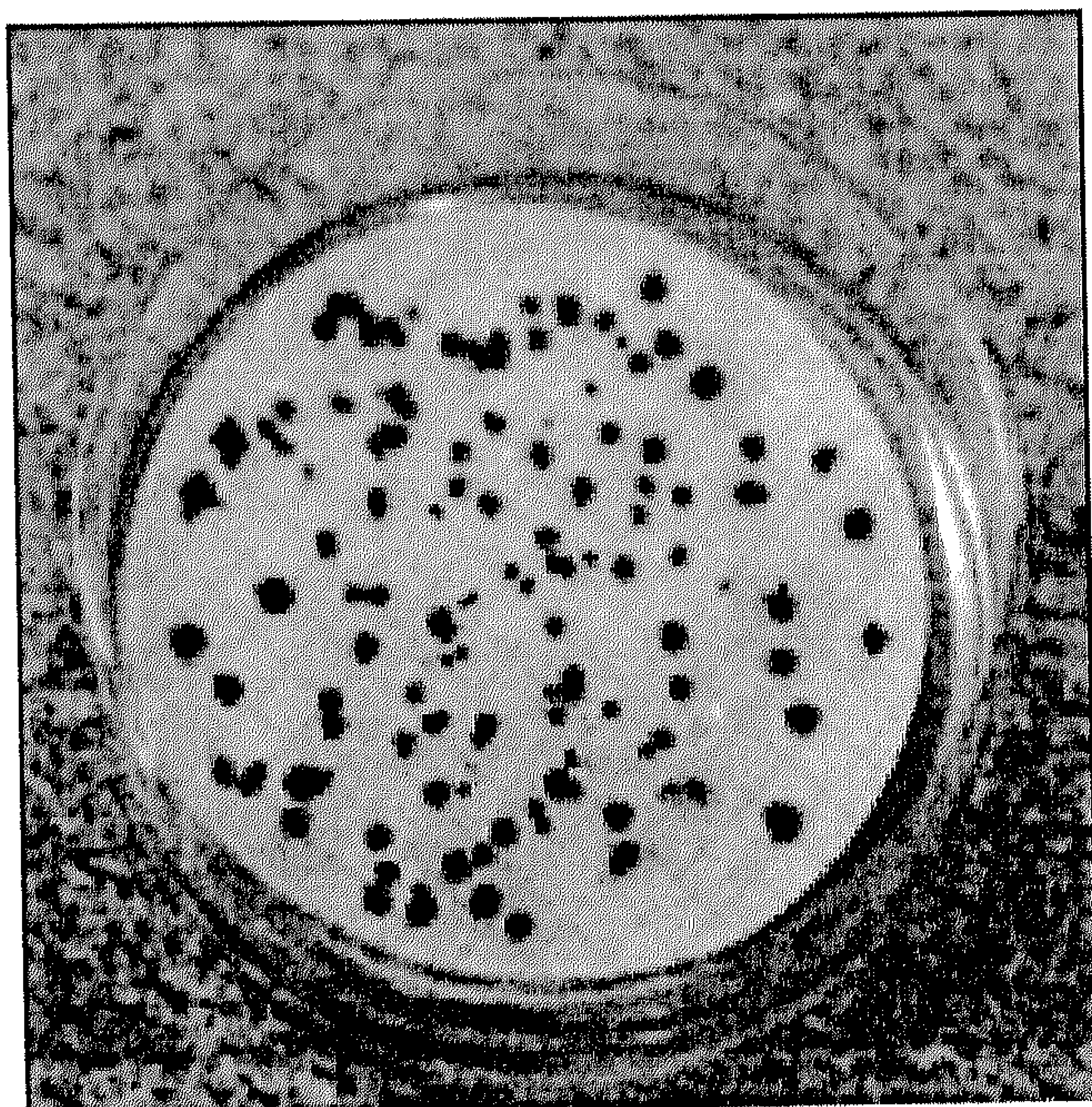
عدد المستعمرات المتكونة يدلنا علي درجة التلوث البرازي في العينة الأصلية. طريقة الفحص هذه سهلة الأداء ولكن وجود نسبة من المواد المسببة للعكارة في العينة (طين وطحالب) من الممكن أن تؤدي إلى تداخل في الفحص.



الخطوات العملية لطريقة الترشيح بالأغشية (الترشيح الغشائي)



صورة تبين ترشيح عينة الماء بطريقة الترشيح بالأغشية
ووضع غشاء الترشيح في الوسط الغذائي



صورة تبين نمو المستعمرات فوق غشاء الترشيح بعد تنمية البكتريا علي الوسط الغذائي

2 - اختبار الكشف عن تلوث المياه بمياه المجاري

اختبار المياه للتلوث بمياه المجاري(ووجود ميكروبات القولون) يجري في العاده علي ثلاث خطوات هي:

1) الاختبار الاحتمالي.
2) الاختبار التحقيقي.
3) الاختبار التكميلي.

أولاً : الاختبار الاحتمالي

لاختيار وجود مجموعة ميكروبات القولون يجري ذلك الاختبار بتلقيح بيئة بوبتون اللاكتوز أو بيئة ماكونكي السائلة بعينه المياه المطلوب فحصها فإذا تكون حامض وغاز حوالي 10% أو أكثر من حجم أنبوبة جرهام في خلال 24 ساعة فان هذا الاختبار(الاحتمالي) يكون موجبا، أما إذا تكون حامض وغاز في هذه البيئة بعد 24 ساعة أخرى فان نتيجة الاختبار يكون مشكوكا فيها وعلي ذلك تجري الاختبارات الأخرى، إما عدم وجود الغاز والحامض بعد 48 ساعة فيؤخذ ذلك دليلا علي ان الماء غير ملوث وصالحا للشرب ولا داعي لإجراء أي اختبارات أخرى. ولإجراء الاختبار الاحتمالي تتبع الخطوات الآتية:

الأدوات والبيئات اللازمة

1 – عينة المياه .

2 – عدد 25 انبوبة اختبار تحتوي كل منها علي 9 مل من بيئة بوبتون اللاكتوز المحتوية علي دليل بروم ثيمول بلو وأنبوبة جرهام أو بيئة ماكونكي السائلة.

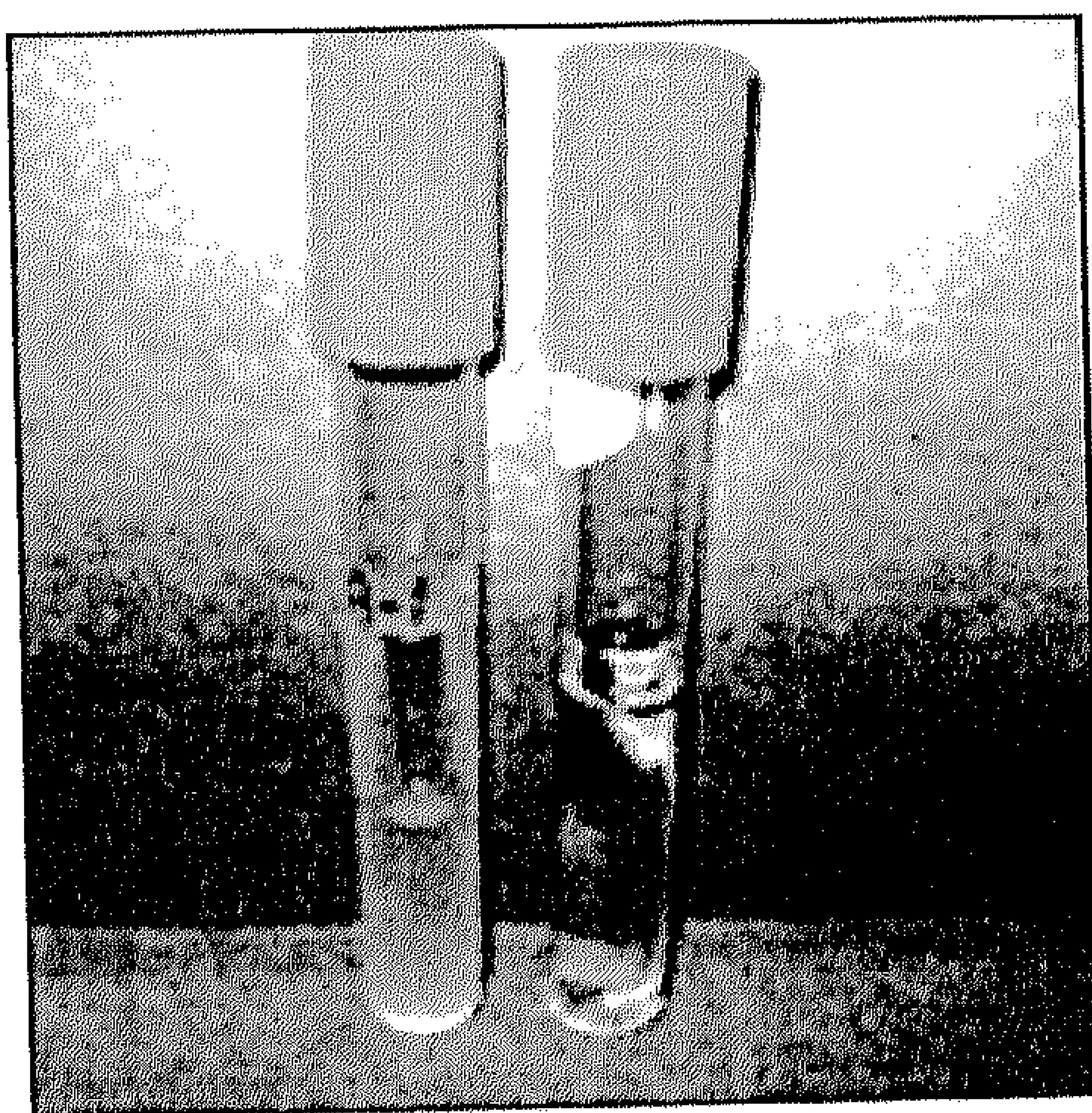
3 – ماصات 1سم معقمة.

4 – ماصات 10 سم معقمة.

خطوات العمل

1. رج عينة المياه جيداً حوالي 25 مرة
2. انقل بواسطة ماصة معقمة مقدار 1مل من عينة الماء إلى انبوبة بها 9 مل ماء معقم فيصبح التخفيف 10 – 1
3. استمر في عمل سلسلة التخفيفات حتى التخفبف 10 – 5 مع ملاحظة كتابة ارقام التخفيفات علي الأنابيب مع استعمال ماصة واحدة لكل تخفيف بشرط أن تكون معقمة.
4. لقح كل من كل تخفيف 5 أنابيب محتوية علي بيئة ماكونكي السائلة(كل منها يحتوي علي 9 مل بيئة) بمقدار 1 مل من التخفيف الخاص بها.
5. حضن جميع الأنابيب(25 انبوبة ملقحة) علي 37 °م لمدة 24 ساعة
6. اختبر الأنابيب لوجود حامضي (تغير لون البيئة من البنفسجي أو القرمزي الى اللون الاصفر) وغاز (بنسبة 10% من انبوبة جرهام) بعد 24 ساعة فإذا لم يتكون غاز، حضن لمدة 24 ساعة أخرى ولاحظ نتيجة وجود الغاز من عدمه بعد كل مده 24 ساعة، 48 ساعة.

النتيجة: اذا لم تتكون غاز بعد 48 ساعة تعتبر النتيجة سلبية، ولا يتم اجراء الاختبارات التالية.



صورة تبين تكون الغاز في انبوبة جرهام

- ويجدر بالذكر أن عينات المياه التي تعطي نتيجة ايجابية في الاختبار الاحتمالي. لا تعني ضرورة وجود ميكروبات القولون بها، فقد يتكون الحامض والغاز لأسباب أخرى منها:

أ- وجود بكتريا لاهوائية محللة لسكر اللاكتوز مثل وجود أنواع من Clostridium مع بعض البكتريا الهوائية.

ب- وجود بكتيريا متجرثمة. لها القدرة علي تحليل سكر اللاكتوز مع إنتاج حامض وغاز، مثل بكتيريا Bacillus

ت- ظاهرة التنشيط (التآزر) وفيها يحلل أحد الميكروبات سكر اللاكتوز، وينتج حامضا ومركبات وسطية. بينما يوجد ميكروب آخر يحلل بعض تلك المركبات الوسطية، وينتج غاز، مثل وجود ميكروبي الذي ينتج الحامض والذي ينتج الغاز ويلاحظ أن الغاز لا يتكون. الإ عند وجود الميكروبين معا بالوسط.

النتائج والحسابات

التخفيف

1 – 10

2 – 10

3 – 10

4 – 10

5 – 10

النتيجة الموجبة

5

5

3

2

1

- يتم تحديد P1 = اقل تخفيف يعطي أعلى نتيجة موجبة، يليها P2 و P3

إعداد ميكروبات القولون في 1 مل عينة مياه = قيمة P الجدولية χ مقلوب التخفيف الأوسط(تخفيف P2).

قيمة P الجدولية = يتم استخراجها من جدول كوكرن.

ثانيا : الاختبار التحقيقي (التأكيدي)

تنقل قليل من العينة المزروعة التي أعطت نتيجة موجبة في الاختبار الاحتمالي إلى أنابيب تحوي وسط Brillint Green Bile Lactose Broth بواسطة ماصة معقمة وتحضن بدرجة 37 مئوية لمدة 48 ساعة وعند تكون أي كمية من الغاز في الأنابيب تعتبر النتيجة موجبة للاختبار التأكيدي.

ثالثا: الاختبار التكميلي

وهي الخطوة التي تتبع الفحص التأكيدي حيث يأخذ جزء من العينة المزروعة من كل أنبوب أعطى نتيجة موجبة من الفحص السابق ويخطط على وسط Endo Agar أو E.M.B Agar وبالسرعة الممكنة بعد ظهور الغاز وتحضن الأطباق بدرجة 37 مئوية وتلاحظ المستعمرات النموذجية التي تكون ذات مركز ولمعة معدنية خضراء أو بدونها. أما المستعمرات غير النموذجية ستكون معتمة غير مركزية مخاطية وردية بعد 24 ساعة من الحضانة.

6 - 8. ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه

يعتبر الحصول علي نتائج دقيقة موثوق فيها هدف اسمي يسعي إلى تحقيقه كل العاملين والمهتمين بمجال الاختبارات المعملية، سواء كانت فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية.

فالمعامل القائمة في المؤسسات العلمية والصناعية والبيئية مثل معامل جودة المياه والصرف ذات أهمية كبري، فهذه المعامل تعمل علي مراقبة وتوكيد جودة المنتج إلا وهو المياه المنتجة أو مياه الصرف المعالجة بحيث تتوافق هذه المياه مع المواصفات القياسية الموضوعة، مما يهدف إلى تطوير تقنيات معالجة المياه وضمان جودتها وسلامتها.

فكل التطبيقات العلمية الحديثة قد افرزتها مؤسسات تمتلك معامل اختبارات تطبق أحدث نظم الجودة في الإدارة ومنها ضبط و توكيد الجودة للحصول علي أدق النتائج.

فهناك خطأً شائع لدى العاملين في المعامل وخارجها وهو أن عدم الحصول على نتائج موثوقة، يتعلق بعملية التحليل نفسها، وهذا في الواقع غير صحيح. فعدم التطبيق الكامل لأنظمة ضبط وتوكيد الجودة داخل المعامل من اهم الأسباب التي تؤدي للحصول علي نتائج غير دقيقة.

يهدف نظام الجودة بالمعمل إلى تقليل نسبة الخطأ قي نتائج الاختبارات المعملية، وهذا النظام هو جزء من نظام توكيد وضمان الجودة (Quality Assurance System) الذي يعمل علي تطوير الأنظمة الإدارية في الجودة و العمليات التنفيذية والفنية داخل المعامل للتأكد من كفاءتها ودقة النتائج المعملية. وتنص مواصفة الطرق القياسية لاختبار المياه ومياه الصرف

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20 Ed علي ضرورة تطبيق أنظمة ضبط وتوكيد الجودة لمعامل المياه و الصرف

وذلك من اجل الحصول علي نتائج موثوق فيها يتم تحليلها لعمل المراقبة والتحكم لجودة الماء.

ومن هنا نتبين أهمية توكيد جودة النتائج المعملية داخل معامل ومختبرات فحص جودة وسلامة المياه. ويتأتي ذلك من خلال إنشاء وتطبيق نظام لضبط الجودة بالمعمل يعتمد علي الأنشطة والتقنيات التحليلة أي عمليات التحليل نفسها وهو يعني بدقة النتائج ومصداقيتها، ثم نظام توكيد الجودة وهو خاص بتوكيد جودة جمع العينات وجودة الاختبارات والمعايرة من خلال تقييم ودراسة النتائج و تحليلها إحصائياً ومقارنتها بنتائج أخرى قياسية معتمدة.

ويمكننا تعريف ضبط الجودة داخل المعامل والمختبرات بأنه الأنشطة والتقنيات التي تستخدم لتحقيق متطلبات مواصفة قياسية معينة أو متطلبات طريقة تحليل معينة، وبالنسبة لمعامل جودة ونوعية المياه والصرف تعد مواصفة الطرق القياسية لاختبار المياه ومياه الصرف هي المواصفة المعتمدة لهذه المعامل طبقا لتوصيات الوكالة الأمريكية لحماية البيئة وطبقا لهذه المواصفة فان عمليات ضبط الجودة تشمل الاجراءات التالية :

1. أجراء تجارب بلانك.
2. قياس متكرر .
3. تحليل عينات مضاف إليها تركيزات معلومة .
4. إصدار رسوم الضبط البيانية بنوعية التحاليل .
5. استخدام عينات مرجعية.

ويهدف نظام توكيد الجودة بالمعمل للأهداف التالية:

أ- التأكد من أن البيانات الناتجة من المعمل دقيقة ويمكن الاعتماد والوثوق فيها.

ب- التأكد من أن العينات المأخوذة ممثلة لمجتمع البحث او الدراسة.

ت- التأكد من أن جميع العمليات المعملية معتمدة حسب المواصفات القياسية الموضوعة.

ث- التأكد من أن جميع المعدات والأجهزة قد تم معايرها وضبطها طبقا المواصفات القياسية الموضوعة.

ج- التأكد من أن الإجراءات التصحيحية الجيدة فعالة وتطبق عند الحاجة إليها.

تسعى المعامل التحليلية في العالم دائماً إلى إعطاء نتائج تحليلية صحيحة ودقيقة وإلى إثبات مستوى الدقة والصحة التي تتميز بها نتائجها، ويتحقق ذلك من خلال تطبيق نظم ضمان الجودة وإدخال آليات ضبط الجودة في متن العمليات التحليلية اليومية بشكل منهجي ومنظم.

وكما هو معلوم من خلال معايير جودة القياسات والتحاليل أن تكون دقيقة وصحيحة وقابلة للمقارنة، ولهذا فإن برامج ضبط وتوكيد الجودة تعدّ أداة لتقييم صحة النتائج التحليلية وقابلية مقارنتها.

ومن ثم فان تطبيق نظم ضبط وتوكيد الجودة من اهم الطرق للحصول علي نتائج موثوق فيها وذات درجة عالية من المصداقية.

ومعامل تحليل واختبار جودة المياه يجري فيها العديد من الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية التي تحدد نوعية وخصائص ومتطلبات جودة وسلامة المياه، وتتم هذه الاختبارات بصورة روتينية يومية مما يستلزم التأكد من جودة هذه الاختبارات ودقتها. ويتم ذلك من خلال نظام دقيق لضبط وتوكيد الجودة يشمل الأفراد والاجهزة وتقنيات وطرق الاختبارات نفسها.

مقاييس ظبط الجودة داخل معامل ومختبرات فحص جودة المياه

هناك العديد من المقاييس والمحددات لعملية ظبط الجودة داخل المختبر فعند توافر هذه المقاييس وتطبيقها بفعالية وكفاءة فان عمليات ظبط الجودة تتحقق وتسير في الاتجاه الصحيح والمقاييس الآتية هي أهم المقاييس المطلوب توافرها داخل معامل مياه الصرف:

- نظافة وسلامة وأمان منشأت ومرافق المعمل.

- o التدريب الجيد لأفراد المعمل.
- o صيانة معدات وأجهزة المعمل.
- o الكواشف والمحاليل المعملية.
- o جودة الماء المستخدم داخل المعمل.
- o تنظيف المعدات المعملية.
- o معايرة وضبط الأجهزة المعملية.

1 - نظافة وسلامة وأمان منشآت ومرافق المعمل.

تتميز معامل مياه الصرف بأنها تتعامل مع عينات مياه ملوثة لذلك يجب الحرص عند تداول ونقل وتحليل العينات لضمان سلامة وصحة العاملين بالمعمل، والتأكد من عدم تعرضهم لمخاطر بيولوجية ممرضة جراء تعاملهم مع عينات مياه الصرف.

ولهذا فلابد للمعمل أن يكون نظيفا ومنظما ومرتبا في كل الأوقات وفي جميع الحالات، ويراعي تطهير المعمل بعد إجراء التحليل وفي أخر اليوم بعد انتهاء العمل بالمعمل. والقيام بالنظافة الدورية للمعمل، كما يراعي وبقدر الإمكان المحافظة علي درجة الحرارة في حدود درجة حرارة الغرفة، والحرص يتخذ لضمان جودة الهواء داخل المختبر.

2 - التدريب الجيد لأفراد المعمل

التدريب المبدئي لأفراد المختبر الجدد يعد من الأولويات لزيادة واكتساب المهارات التحليلية الفنية. كما يتم عقد دورات تدريبية منتظمة بصورة مستمرة لتأكيد الكفاءة والمحافظة علي المهارات التحليلية المكتسبة.

كما يراعي إعطاء شهادة تشغيل (خبرة) لازمة وضرورية لجميع أفراد المختبر العاملين في المؤسسة عند اجتيازهم بنجاح الدورات التدريبية.

3 - صيانة معدات وأجهزة المعمل

لابد من وجود ملف كامل لكل معد ولكل جهاز داخل المعمل كل ملف يحتوي علي الشركة المنتجة للجهاز وكتالوج التشغيل والصيانة وبيان بالصيانة الوقائية وتسجيل لكل حالات وعمليات الصيانة التي أجريت للجهاز مع ايضاح المشكلة أو العطل بالتفصيل وتاريخ الاصلاح وزمنه ومن قام به والتكلفة. لتحديد مدي تأثير قصور اي جهاز علي النتائج التحليلية.

(علي سبيل المثال الموازين الحساسة تصان كل عام، مجسات الامونيا والاكسجين الذائب تستبدل في حالة تكرار القراءات غير الصحيحة).

يوضع جدول زمني لصيانة كل جهاز من اجهزة المعمل يلتزم به كافة العاملين بالمعمل. كافة اجراءات وخطوات صيانة ونظافة اجهزة المعمل توجد في ملف خاص متاحة لكافة افراد المعمل.

4 - الكواشف والمحاليل المعملية

- الكواشف والمحاليل المعملية لابد ان تكون من كيماويات الدرجة القياسية التحليلية ذات النقاء العالي. لابد من وضع ملصقات تبيين لكل كاشف به تاريخ وصوله وتاريخ فتحه - كل المحاليل الكيميائية والكواشف يوضع عليه ملصق به تاريخ التحضير واسم المحضر والتركيز وتاريخ انتهاء الصلاحية.
- الكيماويات تخزن بعيدا عن ضوء الشمس أو تخزن في الثلاجة في حالة الضرورة لعدم فسادها. الحرص مطلوب لعدم تلوث الكواشف لبعضها البعض والحرص في وضع الكواشف المتوافقة وغير المتوافقة.
- المحاليل التي فتحت منذ أكثر من عام يتم التخلص منها فورا وتطلب أو تحضر محاليل جديدة.

- عمر الرف لجميع الكيماويات لابد ان يراقب ويلاحظ جيدا وباستمرار.
- كل الكيماويات تخزن بطرق امنة ومراعاة قواعد السلامة والامان في تخزينها وتداولها.
- كل الكيماويات لها ملف يبين استهلاكها والكميات المستهلكة والاختبارت التي استهلكت بها.

5 - جودة الماء المستخدم داخل المعمل

الماء المقطر أو المنزوع الأملاح المنتج داخل المعمل لابد ان يكون ذا جودة ونقاوة عالية طبقا للمواصفات الموضوعة الخاصة ولابد من تطبيق نظم ضبط الجودة علي الماء المستخدم في المختبر. وقد تحتاج بعض الاختبارات المعملية ماء ذات نقاوة معينة وظروف خاصة لتحضير هذا الماء، فمثلا الماء المستخدم في قياسات الامونيا لابد ان يمر من خلال وحدة للتبادل الايوني لضمان خلوه من الامونيا. والماء المستخدم في قياس الامونيا لابد أن يحضر قبل الاستخدام بدقائق لضمان عدم امتصاص الماء للامونيا الموجودة في الجو. وعموما يخزن الماء المقطر داخل أوعية نظيفة ومحكمة الإغلاق.

لابد من القيام بتحليل الماء المقطر فور إنتاجه للتأكد من مطابقته للمواصفات ولمعرفة مكوناته وخصائصه الكيميائية وللتأكد من جودته.

يوضع ملصق علي الاوعية التي يخزن فيها الماء المقطر مبين عليها تاريخ إنتاج الماء المقطر وكميته، ومواصفاته الكيميائية كنسبة الأملاح الذائبة والتوصيلية الكهربية والمقاومة الكهربية والرقم الهيدروجيني.

أما بالنسبة الماء المستخدام في الاختبارات الميكربيولوجية وهو الماء الذي يستخدم في الاختبارات المعملية الميكربيولوجية ويتطلب هذا الماء ان يكون عالي النقاوة ويحتوي علي نسب ضئيلة جدا من العوامل الميكربيولوجية، وتتم عملية توكيد الجودة بالكشف عن جودة هذا الماء كما يوضح الجدول التالي:

جدول 6 – 7

المحدد	مدي النتيجة	معدل المراقبة والتفتيش
التوصيلية الكهربية	أقل من 2 ميكروموه /سم عند 25 مئوية	مرة شهريا
الكلور المتبقي الكلي	أقل من حد التمييز	مرة شهريا
العناصر الثقيلة لكل عنصر	أقل من 0.05 مجم /لتر	مرة سنويا
العد البكتيري الهيتروتروفيك	أقل من 500وحدة(مستعمرة) /مل	مرة شهريا
اختبار جودة الماء (الصلاحية الحيوية)	نسبة من 0.8 – 3.0	مرة سنويا

6 - تنظيف المعدات المعملية

بعد كل استعمال الأواني المعملية تغسل بمسحوق تنظيف وتشطف بماء الصنبور عدة مرات ثم تشطف بماء مقطر عدة مرات وتجفف وتخزن داخل دولاب التخزين المخصص لها. وطريقة غسل الأواني الزجاجية المعملية تعتمد علي نوعية استخدام هذه الزجاجات وطبيعة كل اختبار فعلي سبيل المثال الأواني المستخدمة في اختبار الفسفور تغسل بمسحوق تنظيف خالي من الفسفور ثم تغسل بحمض بعد كل استعمال وتحفظ بعيدا عن باقي الزجاجات المعملية، الزجاجات المعملية تحفظ جافة دائما.

7 - معايرة وضبط الأجهزة المعملية

أجهزة قياس الأس الهيدروجيني والأكسجين الذائب والكترودات الامونيا لابد ان تعاير يوميا قبل كل استعمال وإذا كان الاستعمال متكرر علي مدار اليوم فلابد أن تعاير كل ساعتين. حرارة حضانات BOD و ثلاجات حفظ العينات لابد أن تقاس بالترمومترات داخل هذه الأجهزة بغمسها في ماء مقطر داخل كل جهاز ونسجيل درجة الحرارة يوميا داخل كتيب المختبر. درجة حرارة الأفران وأفران الحرق والحمامات

المائية والحضانات البكتيريولوجية تسجل عند كل استخدام لهذه الأجهزة في كتيب استخدام الجهاز، ولو كانت الحرارة بعيدة عند المدي القياسي لها تظبط الترموستات (منظم الحرارة)ويسجل الضبط في كتيب المختبر وزمنه وتاريخه.

لابد أن يوجد بالمختبر ترمومتر قياسي أمام تظبط عليه جميع ترمومترات المختبر كما أن جميع الترمومترات الكهربية يعاد ضبطها مرة كل ستة شهور داخل معمل خارجي معتمد (مثل معهد المعايرة والقياس بمصر). عند قياس وضبط ترمومترات المختبر فان بعض الترمومترات يوجد بها بعض الحيود عن القيمة القياسية ولهذا تضبط عن طريق معمل تصحيح (Correction factor) وهذا المختبر لابد أن يسجل لكل ترمومتر وعند كل قياس. الموازين المعملية الحساسة تعاير وتضبط يوميا (الموازين الحديثة تعاير نفسها اتوماتيكيا مرتين يوميا). والمعايرة تفحص وتراجع مرة أسبوعياً بموازين قياسية S weight عند فئة الميلجرام والجرام. الاوزان المستخدمة في المعايرة تسجل في كتيب المختبر. إذا زاد حيود الميزان عن 0.5 مجم لابد من ضبط الميزان عند الصانع.

6 - 9. المهارات الأساسية التي يجب ان يعرفها المحلل الكيميائي داخل معامل ومختبرات المياه

لابد أن يتحلي العاملون بالمختبر وبالطبع مدير المختبر بكثير من المهارات المعملية والمعارف العلمية الصحيحة والدقيقة وذلك لسهولة أداء عملهم وللتأكد من مصداقية ودقة النتائج المتوقع الحصول عليها، وهذه المهارات قد سبق تعلمها خلال الدراسة الجامعية وبعضها الأخر يتأتي بالتدريب العلمي الصحيح، وبعضها الأخر يتم اكتسابه من خبرة العاملين ذو الخبرة المعملية بالإضافة إلى اكتساب المعرفة من خلال الكتب والمراجع العلمية والدراسات البحثية. ويمكن اجمال المهارات المفرض معرفتها في معامل ومختبرات المياه بالآتي :

- مهارات خاصة بالاختبارات والعينات.
- مهارات خاصة بالأجهزة والمعدات المعملية.
- مهارات خاصة بالعمليات والطرق المعملية الرئيسية.
- مهارات خاصة بضبط وتأكيد الجودة.
- مهارات خاصة بالكيماويات والكواشف والمخلفات المعملية.
- مهارات خاصة بأمان وسلامة المختبر.
- مهارات خاصة بالمصطلحات والتعريفات.
- المهارات الرياضية والحسابية.

أولاً: بالنسبة للاختبارات والعينات Laboratory Tests and sampling

لابد لمحلل مياه الشرب water laboratory analyst ان يعرف جيدا وبصورة كاملة الاختبارات التي سوف يقوم بها سواء كانت هذه الاختبارات فيزيائية أو كيميائية والاختبارات التالية تعد أكثر الاختبارات التي تتم داخل معمل مياه الشرب.

- o القلوية الكلية Alkalinity.
- o العسر الكلي Total Hardness .
- o عسر الكالسيوم Calcium Hardness.
- o الكالسيوم والماغنيسيوم Ca & Mg .
- o الكلوريد Chloride .
- o الأمونيا Ammonia.
- o الكلور المتبقي (Chlorine residual) .
- o الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen .
- o التوصيلية الكهربية Conductivity.
- o البكتريا القلونية الكلية Total Coliform .

- o البكتريا القلونية البرازية Fecal Coliform Bacteria.
- o النترات / النيتريت Nitrate/Nitrite.
- o جهد الأكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential.
- o الأس الهيدروجيني pH .
- o الفوسفور Phosphorus.
- o المواد الكلية الذائبة Total Dissolved Solids.
- o العكارة Turbidity.
- o السيليكا Silica.
- o الحديد والمنجنيز Iron & Manganese .

أما بالنسبة للأختبارات عامة لابد لمحلل مياه الشرب ان يعرف ما يلي:

أولاً : طرق جمع العينات والاختبارات

- التعريف الأساسي للاختبار .
- كيف سيتم جمع العينة بواسطة المعمل.

1 - ما نوع العينة (هل العينة بسيطة أم مركبة).

2 - ما نوع الوعاء الذي ستجمع فيه العينة.

3 - مكان اخذ العينة.

- ما هي الطرق المعتمدة لحفظ العينة.
- ما الوقت التي يستغرقه جامع العينة من بدء جمعها لايصالها المعمل.
- كيفية تسجيل البيانات علي العينات.
- كيف ستحلل المنشاة العينة.

1. أين يمكن إيجاد الطرق المعتمدة لتحليل العينة.
2. ما هي الطرق المعتمدة لتحليل العينة.

3. أسماء والغرض من الكواشف والمواد الكيميائية المستخدمة في التحليل.
4. ما هي المعدات والأجهزة المستخدمة في التحليل.
5. ما هي المتدخلات التي يمكن ان تتداخل مع العينات.
6. ما الذي يمكن عمله لمنع المتدخلات من التداخل في التحليل.

- كيف يمكن عمل الحسابات المصاحبة لكل تحليل.
- ما هي مقاييس ضبط وتأكيد الجودة المفروض إتباعها.

ثانياً: المعدات والأجهزة Laboratory Apparatus and Equipment

لابد للمحلل الكيميائي أن يعرف جيدا وبصورة كاملة الأجهزة التي سوف يتعامل معها ويستخدمها سواء كانت هذه الأجهزة فيزيائية أو كيميائية.

ومن الأجهزة والأدوات الشائعة التي يكاد لا يخلو منها معمل كيميائي للمياه

- الموازين الحساسة.
- جهاز قياس الأس الهيدروجيني
- جهاز تقطير المياه.
- جهاز الطيف المرئي.
- العديد من الأدوات الزجاجية

ومن أجل الاستخدام السليم للأجهزة والأدوات داخل المعمل لابد لمحلل مياه الشرب ان يعرف ما يلي:

- أي الاختبارات التي سوف يستخدم فيها كل جهاز.
- كيفية تشغيل وإدارة الأجهزة.
- معدل ووقت وطريقة المعايرة لكل جهاز.
- معدل ووقت وطريقة تنظيف الأجهزة والمعدات ولأدوات المعملية
- كيفية المحافظة علي الأجهزة والمعدات ولأدوات المعملية.

- الطريقة المثلي لتخزين الأجهزة والمعدات ولأدوات المعملية.
- الخلفية النظرية لتشغيل المعدات والأجهزة.
- كيفية إصلاح اي خلل بسيط بالجهاز (إعادة التشغيل - إعادة الظبط - المعايرة).

ثالثاً: العمليات والطرق المعملية الرئيسية Basic Laboratory Procedures

من الطرق المعملية الرئيسية الشائعة في معظم المعامل الكيميائية:

- التخفيف Dilution .
- الترشيح Filtration.
- الخلط Mixing.
- ضبط الأس الهيدروجيني pH Adjustment.
- التقطير Distillation .
- إضافة وتحضير الكواشف والمواد الكيميائية Reagent addition and preparation.
- التعقيم Sterilization.
- ضبط درجة الحرارة. Temperature adjustment.
- تحضير الماء عالي النقاوة Preparing laboratory pure water.

لابد لمحلل مياه الشرب أن يعرف جيدا وبصورة كاملة الطرق المعملية الرئيسية التي تتم في المعمل مثل

- كيفية أداء العملية التحليلية الكيميائية.
- أسماء والغرض من الكواشف والمواد الكيميائية المستخدمة في طريقة التحليل.
- ما هي المعدات والأجهزة المستخدمة لهذه الطريقة.
- كيف يمكن عمل الحسابات المصاحبة لكل عملية تحليلية.

رابعاً: ضبط وتأكيد الجودة Quality Assurance and Quality Control

المحلل الكيميائي يحتاج أن يعرف جيدا وبصورة كاملة كيف يمكن أن يقوم بإجراءات ضبط وتأكيد الجودة التالية:

- إنشاء وعمل وتحليل خرائط مراقبة الجودة.
- تأسيس حد التمييز (حد الكشف).
- طرق المقارنة بين نتائج التحليل الكيميائي.
- عمل منحنيات المعايرة.
- إنشاء خطة تأكيد الجودة.
- المحافظة علي التدريب المستمر.
- القيام بالإجراءات التصحيحية.
- القيام بعمل صلاحية للنتائج والطرق والبيانات.
- تسجيل وحفظ البيانات.

خامساً: الكيماويات والمخلفات المعملية Chemicals and Wastes

المحلل الكيميائي يحتاج ان يعرف الآتي عن الكيماويات والمخلفات المعملية:

- ما نوع المادة الكيميائية المستخدمة في كل تحليل كيميائي.
- كيفية تحضير الكواشف الكيميائية.
- كيفية تخزين المواد الكيميائية.
- كيفية تحديد كميات المواد الكيمائية المطلوبة للشراء.
- ما هي معدات وأدوات الوقاية والحماية المطلوبة عند استخدام المواد الكيميائية.
- كيفية التخلص من النفايات الكيميائية.
- كيفية التخلص من النفايات البيولوجية (ذات الخطر البيولوجي).

• كيفية ترميز وتصنيف الكيماويات المعملية.

• المواد الكيماوية المتنافرة مع بعضها.

سادساً: امان وسلامة المعمل Laboratory Safety

المحلل الكيميائي يحتاج ان يعرف جيدا وبصورة كاملة جوانب السلامة والامان في المعمل والتي تتضمن الآتي :

• تخزين المواد الكيميائية بامان.
• إطفاء ومكافحة الحرائق.
• دولايب الغازات.
• دوش الطواريء وغاسل العيون.
• الحروق والكسور.
• الأماكن المحظورة.
• الأحماض والقلويات والمواد المؤكسدة.
• بطاقة بيانات الآمان للكيماويات.
• الانسكابات الكيميائية.
• السلامة والامان والصحة المهنية.
• معدات الوقاية الشخصية.

سابعاً: المصطلحات والتعريفات Definitions and glossary

المحلل الكيميائي يحتاج أن يعرف المصطلحات والتعريفات التالية :

- حدود الثقة(95% مثلا).
- الدقة .
- الأحكام (التكرارية).
- المصداقية.

- التخصصية لطرق التحليل.
- الاختيارية لطرق التحليل.
- تكرار التحليل.
- حد الكشف.
- الخطأ المطلق والخطأ النسبي.
- القيمة الكلية لعدم اليقين.
- القابلية للتكرار والقابلية للتماثل.

ثامناً: المهارات الرياضية Math

- التحويل من درجة الحرارة ل أخرى (Temperature conversions (OC to OF and OF to OC.
- حسابات الحجوم Volume calculations.
- حسابات الجرعات Dosage calculations.
- حسابات العيارية والتركيز Normality and concentrations calculations.
- حسابات النسب المئوية Percent calculations.
- الحسابات الإحصائية Statistical calculations.

قاموس
المصطلحات العلمية

الملاحق

المراجع

قاموس المصطلحات العلمية
Glossary of Terms

A

الطحالب Algae

الطحالب كائنات اما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد علي غذائها علي ضوء الشمس حيث تقوم بعملية البناء الضوئي ، وللطحالب دور هام في المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة وذلك لسبب وهو في بحيرات الأكسدة بإنتاجها الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي فتستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك خلال النهار ، ، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية والمختلطة. ومن أهم أسباب تراكم الطحالب ونموها بكثرة في المياه هو وجود تركيزات عالية من المغذيات مثل الفسفور والنيتروجين.

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الأجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو ، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشاريع ثابتة او متحركة.

التسمم بالزرنيخ Arsenic Poisoning

التسمم في المدى الطويل الذي ينتج عن مياه الشرب التي تحتوي على مستويات عالية من الزرنيخ. وتشمل آثار التسمم بالزرنيخ مشاكل خاصة بالجلد، و أنواع من السرطان، ومرض الأوعية الدموية.

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية، يتكاثر معظم أنواع ها بالانقسام الثنائي، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي او بالتفرع. وحتي الآن يوجد ألاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئيسية تبعا لشكلها وهي الكروية والآسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية(اللولبية). وتعد البكتريا من أكثر الكائنات المرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي أو الصناعي وذلك لان إعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين و أنواعها بالآلاف، كما ان للبكتريا دور هام وأساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

الأكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بالأكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية وفي المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي ومعالجة الرواسب الصلبة(الحمأة).

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

هو مقياس يستخدم لمعرفة تلوث المياه بالمواد العضوية ويعرف بأنه كمية الأكسجين المستهلك، من قبل البكتريا الهوائية لإتمام عملية الأكسدة الكلية

للمواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا فى لتر واحد من المياه خلال خمسة أيام ويقاس بالمللى جرام / لتر.

الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وهو التلوث الحادث بفعل الكائنات الحية الدقيقة مثل الفيروسات والبكتريا والطفيليات التي تنتشر بشكل كبير في البيئات المختلفة مسببة إضرارا للإنسان وبيئته، وأيضا التلوث الذي تحدثه الكائنات الأخري التي تعد افات زراعية او صحية علي الإنسان والحيوان او النبات مثل النباتات المائية الضارة كورد النيل.

التلوث البيولوجي Biological Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات والطحالب في المياه. وتنتج هذه الملوثات، في الغالب، عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة.

الماء الضارب في الملوحة Brackish Water

هو الماء الذي تكون ملوحته أعلى من ملوحة المياه العذبة ولكنه لا يصل لدرجة ملوحة ماء البحر. معظم المياه شبه اللحة يكون تركيز الأملاح الذائبة بها في حدود 1000 إلى 10000 مليجرام للتر. ينتج غالبا الماء المسوس من اختلاط مياه البحار بمياه الأنهار ويتواجد أكثر ما يوجد في المصبات الخليجية.

C

الأكسجين الكيمائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيمائي المستهلك بأنه كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ولهذا فان الأكسجين الكيمائي المستهلك يعتبرقياس للمواد العضوية(القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا)، لذلك فقيمة الأكسجين الكيمائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك ولا يمكن ان يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي.

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية مما يغير من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء

وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية، او الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

تفاعل كيميائي Chemical Reaction

تغير يطرأ على المواد، ويشمل تكسير روابط وإعادة تكوين روابط كيميائية وتترتب فيها الذرات بطريقة ينتج عنها مواد جديدة تختلف في خصائصها عن المواد المتفاعلة.

عمليات المعالجة الكيميائية Chemical Treatment Processes

وهي طرق و عمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات الماء عن طريق إضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيميائية، ومن أمثلة

هذه العمليات الكيميائية الترسيب الكيميائي والادمصاص والتطهير وهذه العمليات السالف ذكرها من أكثر العمليات شيوعا في معالجة المياه.

الكلورة Chlorination

تدمير وقتل الكائنات المرضة باستخدام الكلور أو مركباته، كأحد أكثر الطرق شيوعا في تطهير مياه الصرف الصحي أو الصرف الصناعي أو مياه الشرب.

مياه غير صالحة للاستعمال أو الملوثة(Contaminated Water).

وهي المياه التي تحتوى على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه للشرب أو ري المزروعات.

الكريبتوسبوريديوم Cryptosporidium.

كائن دقيق تحمله المياه (أحادي الخلية) يسبب أمراضا معدية معوية تشمل الإسهال والتقيؤ. وتوجد مسببات المرض الدقيقة هذه في مصادر المياه مثل الخزانات، والبحيرات، والأنهار.

D

التطهير Disinfection

التطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للأمراض الموجودة في مياه الشرب او الموجودة في المياه المعالجة الناتجة من محطات تنقية الصرف الصحي بها العديد من الكائنات المرضة ولهذا يلزم تطهيرها قبل صرفها واعادة استخدامها ويتم التطهير بعدة طرق منها طرق فيزيائية: كالتسخين، والتطهير باستعمال أشعة الشمس، التطهير باستعمال الأشعة فوق البنفسجية، التطهير باستعمال الموجات فوق الصوتية، الأوزون.

طرق كيميائية : كالكلور ، هيبوكلوريت الصوديوم ، برمنجات البوتاسيوم ، أكسيد الكلور . وتعد عملية التطهير باضافة جرعة الكلور اللازمة إلى المياه من اشهر الطرق لتطهير المياه ويتم ذلك خلال غرفة التلامس في مدة مكث تتراوح بين 20 إلى 30 دقيقة.

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

يحتوي الهواء الجوي علي حوالي 20 في المائة من حجمه علي غاز الأكسجين ، وعند احتكاك الماء بالهواء فان نسبة من ذلك الأكسجين تذوب في الماء ويعرف بالأكسجين الذائب ، وللاكسجين الذائب أهمية كبري في حياه الكائنات المائية ، اذا تستخلص كثير من الكائنات الأكسجين الذائب من المياه .

الغازات الذائبة في المياه Dissolved Gases in Water

تحتوي المياه علي بعض الغازات الذائبة والني قد تأتي مع مياه الأمطار فلمياه الأمطار القدرة الفائقة علي إذابة الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو حتي قبل ان تصل هذه المياه إلى سطح الأرض ، كما أنها قد تذيب بعض الغازات الأخرى الموجودة في الجو .

المياه المقطرة Distilled Water

هي المياه التي تم الحصول عليها بالتقطير وتتميز بانخفاض الأملاح الكلية المذابة بها اذ لاتتجاوز 5 مجم / لتر ، تستخدم في المعامل الكيميائية من أجل التجارب وليس للشرب كما تستخدم في العمليات الصناعية بشكل واسع .

E

التوصلية الكهربائية Electrical Conductivity

قياس مدى قابلية نقل وتوصيل الماء للتيار الكهربائي بوحدة الميكروسيمنز/ سم؛ إذ انه كلما كان تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء اكبر كلما كان قابلية الماء لنقل التيار الكهربائي أكبر. ويمكن تحويل التوصيلية الكهربائية المقيسة بوحد الميكروسيمنز / سم إلى الوحدة (ملي جرام / لتر) بضربها في ثابت معين حسب نسبة وتركيز الأملاح الكلية الذائبة في المياه.

الرصد البيئى لمصدر الماء Environmental Monitoring of water source

هو أخذ عينات دورية من مواقع ثابته من المجارى المائية ب أنواع ها والرواسب داخل وفى قاع المجرى وكذلك النباتات الطافية ومن التربة الزراعية والنباتات الناميه عليها والثمار بغرض التعرف على ملوثات المياه والتربة والنبات وعمل قاعدة بيانات تحقق التنمية الشاملة.

F

الترشيح Filtration

هو الإزالة المادية للمواد الصلبة العالقة من المياه (أو الهواء) بتمريرها أو تمريره خلال مادة مسامية تسمي وسط الترشيح.

التسمم بالفلور Fluoride Poisoning

مرض يسببه استهلاك زائد للفلوريد. ويمكن أن يسبب التسمم بالفلوريد تلفا للأسنان والعظام.

G

الجياردیات Giardia

كائن دقيق (أحادي الخلايا)، يوجد أحيانا في مياه الشرب، قد يسبب الإسهال والتقلصات، والإصابة بالجياردیات. وتوجد الجياردیات عادة في مصادر المياه السطحية مثل الخزانات والبحيرات والأنهار ومن اشهر أنواع الجياردیات الجياردیا لامبليا.

المياه الجوفية Ground Water

هي تلك المياه الموجودة تحت منسوب سطح الأرض، وتشغل كل أو بعض الفراغات الموجودة في التكوينات الصخرية، وهي في الأصل جزء من مياه الأمطار او مياه الأنهار او المياه الناتجة عن ذوبان الجليد وتسرب قسما من مياهه الى باطن الأرض مكونة المياه الجوفية.

H

العسر Hardness

هو عبارة عن قدرة المياه على ترسيب الصابون وذلك نتيجة لوجود أيونات الكالسيوم أو الماغنسيوم أو أملاحها معًا وذلك بالإضافة إلى كاتيونات أخرى عديدة التكافؤ مثل الألومنيوم والحديد والباريوم إلا أنها نادرة الحدوث كما يمكن تعريف عسر المياه بأنه مجموع تركيزات كاتيونات الكالسيوم والماغنسيوم) الأيونات الموجبة(معبرًا عنها بكربونات الكالسيوم بوحدة مللى جرام / لتر.

المياه المعدنية الصحية Healthy Mineral Water

هي المياه التي تحتوي علي نسبة عالية من المعادن المذابة بطريقة طبيعية وعلي كافة الأيونات والعناصر الضرورية لإدامة نمو وحماية الجسم، والمياه المعدنية تخرج من تحت سطح الأرض في شكل عيون مائية حارة Gey- sers أو آبار لاستخراج المياه الجوفية groundwater. والمياه المعذنية لها طعم خاص حلو عذب أو مر أو مالح خفيف. كما ان المياه المعدنية آمنة من البكتيريا ولا تحتاج إلى أية معالجات كيميائية لتعقيمها.

المعادن الثقيلة Heavy Metals

وتعرف بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء 5 مجم /سم3 المكعب وهي لها تاثيرات سلبية على البيئة عند الأفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

وأن جميع هذه المعادن تشترك كثيرا في صفاتها الطبيعية الاان تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هدا على اثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكادميوم منشئها خطر على الصحة العامة بينما المعادن الاخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصراثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من المعادن الاخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الآونة الاخيرة وأصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغداء.

التهاب الكبد Hepatitis

يحدث التهاب الكبد بصورة شائعة بواحد من خمسة فيروسات تسمى هيباتيتس أ، ب، ج، د، و هـ. ويمكن أن ينتقل التهاب الكبد أ، و هـ من المياه الملوثة.

علم المياه Hydrology

يتناول المياه وتوزيعها فوق الأرض وصفاتها وخصائصها الطبيعية والكيميائية وتفاعلها مع البيئة والكائنات الحية.

I

العدوي Infection

هي دخول عامل عدوي (مسبب للمرض) إلى جسم الإنسان وتكاثره فيه، ولاستمرار حلقة العدوي يجب توافر عدة عوامل وتشمل وجود مسبب حيوي ممرض - مستودع أو مصدر للعدوي - وسيلة انتقال مناسبة للعدوي - مدخل ومخرج للعدوي -توافر الاستعداد للعدوي لدي العائل المضيف.

مدي العدوي Infection Period

هي الفترة الزمنية التي يستمر فيها انتقال عامل العدوي من شخص مصاب إلى أخر أو من حيوان مصاب إلى انسان.

العوامل المسببة للعدوي مسببات الأمراض Infectious agents

من أهم عوامل العدوي المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والبرتوزوا(الأوليات) أو الطفيليات الأولية، وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الأمراض فالبكتريا مثلا تسبب مرض الكوليرا والفيروسات تسبب مرض الالتهاب الكبدي الوبائي والبرتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الأميبية.

ومن أهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة المرضة في مياه الصرف هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم او تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والأملاح والعناصرالثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بانها ثابتة لا تتحلل.

الأيـــون Ion

تحت ظروف خاصة، قد تكتسب الذرة أو تفقد إلكتروناً، وفى هذه الحالة يُطلق على الذرة اسم «الأيون». وعندما تفقد الذرة إلكتروناً، فإنها تصبح (أيوناً موجباً)، أما إذا اكتسبت إلكتروناً، فإنها تصبح (أيوناً سالباً). لذا، يمكن تعريف الأيون، بأنه: «ذرة ذات شحنة كهربية موجبة أو سالبة، نتيجة فقدانها أو اكتسابها إلكتروناً واحداً أو أكثر».

L

سمية الجرعة المميتة Lethal Dose

تعتبر الجرعة المميتة 50 مقياساً موحداً لتحديد ومقارنة السمية الحادة للمواد الكيميائية. والجرعة المميتة، 50 هي الجرعة التي تقتل نصف (50%) من الحيوانات المختبرة (LD تعني جرعة مميتة). عادة تكون هذه الحيوانات فئران أو فئران صغيرة. يجب أن يتم تفسير قيم الجرعة المميتة، 50 بحذر شديد. تعتبر الجرعة المميتة، 50 للكادميوم أقل من تلك الخاصة بالزرنيخ، أي أن الكادميوم أكثر سمية من الزرنيخ. والجرعة عبارة عن مجموعة من العوامل تضم التعرض، التركيز والزمن ويمكن لمادة متوسطة السمية بجرعة كبيرة أن تكون أكثر خطورة على العمال من مادة شديدة السمية ولكن بجرعة صغيرة.

الحالة السائلة للماء Liquid State of Water

يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي100 درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط 1 جوي.

M

البيئة البحرية Marine Environment

هي المياه البحرية وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات بحرية أخرى، وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشروعات ثابته أو متحركة وتبلغ حدودها حدود المنطقة الاقتصادية الخالصة للدولة.

الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms

هي كائنات حية نباتية أو حيوانية من الصغر بحيث يمكن رؤيتها فقط من خلال المجهر، مثل البكتيريا، والخمائر، والطحالب، وأحاديات الخلايا. وتفيد بعض الكائنات الدقيقة في حين أن البعض الآخر يشكل خطرا على صحة الإنسان. ويختلف كل نوع من هذه الكائنات الحية في التركيب والوظيفة والسلوك، ووضع الكائن الحي في المنظومة البيئية، والذي نعني به درجة تأثره وتأثيره في البيئة من حوله ودرجة أهميته أو خطورة وجوده في النظام البيئي.

N

الارتشاح الغشائي الطبيعي (الاسموزية الطبيعية) Natural Osmosis

العملية التي من خلالها يمر الماء من غشاء شبه نفاذ من منطقة ذات تركيز أعلى للمياه (مثل المحلول الأخف تركيزا) إلى منطقة تركيز مياه أقل (مثل محلولا أكثر).

الملوثات الطبيعية Natural Pollutants

هي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين او تأثير الانفجارات الشمسية علي الطقس، او احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، او انتشار حبوب اللقاح في الجو او الكائنات الحية الدقيقة الضارة.

المغذيات Nutrients

هى عبارة عن مركبات ذائبة فى المياه وتكون المصدر الرئيسى للغذاء للكائنات الحية المائية ويعتبر فى صورة(النيتروجين - أمونيا - نترات - نيتريت - النيتروجين العضوى الفسفور فى صورة أيون الفوسفات PO4) من العناصر المكونة للمغذيات وزيادتها تؤدى إلى ظاهرة الاثراء الغذائي.

O

المواد العضوية Organic Matter

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي أيضا علي الهيدروجين وقد تحتوي علي الأكسجين والنتروجين ومن أمثلة هذه المواد النشويات والدهون والبروتينات، والمواد العضوية قابلة للتحلل إلى مواد أخرى بسيطة والي غازات بواسطة البكتريا والكائنات لحية الدقيقة.

ملوث عضوي Organic Pollutant

تركيز غير مرغوب لمركب كيميائي يتألف في معظمه من الكربون والهيدروجين. وينتج بعض تلك المركبات طبيعيا والبعض الأخر يحضر صناعيا ومن امثلة الملوثات العضوية المبيدات العضوية والدهون والمركبات النتروجينية العضوية.

الأكسجين Oxygen

هو عنصر كيميائي، يلعب دوراً حيوياً في التنفس، والعمليات الحيوية في الجسم، كما يدخل في عديد من الصناعات العامة. والأكسجين هو ثالث أكثر العناصر وجوداً في الكون، كما أنه أكثرها شيوعاً على سطح الأرض.
والأكسجين عنصر غازي، ورمزه الكيميائي هو (O)، ورقمه الذري (8)، ووزنه الذري 15.9994. ويوجد الأكسجين في صورته الغازية في شكل جزيء ثنائي الذرة (O_2)، حيث يكون ما يقرب من 20% من حجم الهواء الجاف وغاز الأكسجين هو غاز شفاف، ليس له طعم، أو رائحة.

أوزون (Ozone)

جزيء مبنى من 3 ذارت أكسجين وينتج من نشاط الأشعة الفوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. وتكون طبقة الأوزون موجودة في الجو على ارتفاع 15 – 30 كم. وأهمية طبقة الأوزون في أنها تحد من وصول الأشعة الفوق البنفسجية الى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة. كما يستخدم الأوزون بشكل واسع في تطهير وتعقيم المياه.

P

الطفيليات Parasites

الطفيليات هي كائنات حية دقيقة تعتمد في معيشتها علي حساب كائنات أخرى ومنها ما يعيش داخل جسم الإنسان وهي كائنات متعددة الأشكال والأحجام والآثار هي طبقة من الكائنات التي تشمل الأوليات (proto-zoa) والديدان.

الكائنات المسببة للأمراض Pathogens

وهي الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة والتي يؤدي تراكمها أو وجودها نفسه إلى الاصابة بالأمراض سواء للإنسان أو للحيوان أو للنبات داخل البيئة، وتشمل البكتريا والفطريات والطحالب والفيروسات والديدان وبعض الطفيليات.

رقم(قيمة) الأس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ما، وهو تعبير علي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول أي مقياس الحموضة والقلوية، وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14، يعد قياس قيمة الأس الهيدروجيني من أهم الاختبارات الفيزيائية التي تجري علي مياه الشرب ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي والمياه الجوفية وتأتي أهمية ذلك من أن قاعدية أو حامضية وسط المعالجة يلعب دورا هاما ويؤثر بفاعلية علي جميع التفاعلات الكيميائية والطبيعية والبيولوجية خلال مراحل معالجة المياه المختلفة.

الملوثات Pollutants

هي كل العناصر الضارة التي تطلق في الغلاف الجوي أو تقذف في الغلاف المائي أو تنثر فوق صفحة الأرض وتحدث خللا في النظام البيئي. وهي إما أن تكون غازية ممثلة في الغازات الضارة التي تطلقها عوادم السيارات أو ما يتصاعد من مداخن المصانع ووسائل التدفئة وحرق القمامة والبراكين وغيرها، وقد تكون سائلة ممثلة في المياه العادمة التي تقذفها المصانع في المجاري المائية وتصريف مياه المجاري والمبيدات الحشرية وغيرها، وقد تكون صلبة ممثلة في نفايات المصانع بما في ذلك المخلفات والزراعية. هذا بالإضافة إلى القمامة التي تتزايد بشكل مطرد من خلال تزايد السكان من ناحية، وزيادة معدلات استهلاك الفرد من ناحية أخرى.

المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعياً (Polluted Water)

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغير في اللون والطعم أو الرائحة أو العكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية أو عالقة في الماء.

الأوليات (البروتوزوا Protozoa

البروتوزوا (الأوليات) كائنات أولية ميكرسكوبية لها القدرة علي الحركة، ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية اي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين، علي الرغم من وجود أنواع قليلة منها لاهوائية. والبرتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا اذ يتراوح حجمها بين 10 إلى 100 ميكرون وقد تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء.

مناطق حماية المياه الجوفية Protection Zones of underground water

مناطق جغرافية مخصصة لحدود خاصة تتعلق بالمستويات المقبولة من الملوثات المحتملة بالمياه الجوفية.

ماء الشرب النقي Pure Drinking Water

المياه النقية هي المياه الخالية من البكتيريا والفيروسات ومن العناصر الفيزيائية أو الكيماوية الضارة، ومن المواد التي تغير اللون أو الطعم. وتستمد هذه المياه عادة من الأمطار، والأنهار، والمياه الجوفية، ومياه البحر المحلاة. وجميع هذه المياه يجب معالجتها بالطرق المناسبة لتصبح صالحة للاستهلاك الآدمي، بحيث لا يصل فيها تركيز الملوثات إلى الحد الذي يحدث ضرراً على صحة الإنسان.

R

النهر River

هو مجرى مائى واسع ذو ضفتيين يجرى فيه الماء العذب الناتج عن هطول الأمطار او المياه النابعة من عيون الأرض او من مسطحات مائية كالبحيرات.

S

المياه النقية الصالحة للاستعمال(Safe Water).

وهو الماء الخالي من أية جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا أو تجعله غير صالح للاستعمال أو غير مستساغ الطعم والرائحة.

هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستعمل كعلاج لامراض الروماتيزم. المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

ماء البحر Sea Water

ماء البحر هو الماء المأخوذ من البحر او المحيط. وفي المتوسط تكون مياه البحر في محيطات العالم بنسبة ملوحة – 3.5%. وهذا يعنى أن كل لتر (1000 مليلتر) من ماء البحر يحتوى على 35جراما من الأملاح (معظمها وإن كلوريد صوديوم) مذابة فيها.

الترسيب Sedimentation

تعد عملية الترسيب من أوائل العمليات التي استخدامها الإنسان في معالجة المياه. وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب أو لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيمائية مثل التيسير والترويب. وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها.

التيسير(إزالة العسر) بالترسيب Softening by Chemical Precipitation

تعني عملية التيسير أو إزالة العسر للمياه(water softening) إزالة مركبات عنصري الكالسيوم والماغنسيوم المسببة للعسر عن طريق الترسيب الكيمائي. وتتم هذه العملية في محطات المياه بإضافة الجير المطفأ(هيدروكسيد الكالسيوم) إلى الماء بكميات محدودة حيث تحدث تفاعلات كيمائية معينة تتشكل عنها رواسب من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم.

الحالة الصلبة للماء Solid State of Water

يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي.

الينبوع Spring

هو الماء المتدفق نتيجة امتلاء أحد المستودعات المائية الأرضية إلى النقطة التي تتدفق فيها المياه إلى سطح الأرض. وتتراوح الينابيع من ينابيع صغيرة الحجم، وهي التي تتدفق مباشرة بعد هطول أمطار غزيرة، إلى ينابيع كبيرة، تتدفق منها مئات الملايين من الجالونات يومياً.

التعقيم Sterilization

عملية التعقيم هي إزالة وقتل كل الميكروبات (البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات) بما في ذلك الأبواغ الجرثومية.

المياه الكبريتية Sulphated Water

هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستعمل كعلاج لأمراض الروماتيزم. المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

المياه السطحية Surface Water

تعرف المياه السطحية بأنها المياه التي توجد على سطح الأرض على هيئة سيول نتيجة هطول الأمطار أو تتواجد على هيئة ثلوج تذوب بعد ارتفاع درجة الحرارة وتجري هذه المياه في الأودية والأنهار فتصب في البحار أو تختفي في الصحاري القفار أو تتجمع في البحيرات والمنخفضات أو تتسرب إلى باطن الأرض حتى تصل إلى الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه. توصف المياه السطحية بأنها مياه متجددة وتعتبر الأمطار المصدر الأساسي لهذه المياه في المناطق الجافة وشبة الجافة.

T

الأملاح الكلية الذائبة Total Dissolved Solids

هي الأملاح الموجودة في المياه في صورة ذائبة وهي تمثل مجموع الأيونات الموجبة (الكاتيونات) والأيونات السالبة(الانيونات) التي توجد في صورة ذائبة في المياه بالإضافة إلى مواد أخرى غير متأينة.

المواد العالقة في المياه Total Suspended Solids (TSS)

وتشمل كل المواد الطافية والمعلقة سواء علي سطح الماء او في داخله، وهي وزن المواد التي يمكن حجزها علي وسط ترشيح بعد تجفيفها في فرن تجفيف درجة حرارته 103 إلى 105 درجة مئوية، وتقدر كمية المواد العالقة بالمليجرام في اللتر.

المواد السامة Toxic and Poisons

المواد السامة تعد ثالث اثر الأنواع الكيميائية انتشارا في المجال الصناعي وأكثرها خطورة وتعرف المواد السامة بانها اية مادة تسبب سمية او تسمم للانسان من المواد السامة الغير عضوية مادة الاسبستوس الخطيرة والتي عند التعرض الشديد لها لفترات طويلة تسبب اصابة الرئتين بالتليف وممكن ان يؤدي إلى حدوث سرطان بالرئة.، والعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والزئبق والرصاص من المواد ذات الطبيعة السامة لطبيعة تراكمها داخل جسم الامسان مسببة تلف للكلي والكبد، ومن اهم مصادر العناصر الثقيلة صناعات البطاريات والطلاء الكهربي. والفينولات ومركبات الفورمالدهيد والتي تنتج من مصانع البلاستيك والمواد اللاصقة تعد من المواد العضوية السامة.

مياه الشرب المعالجة Treated Drinking Water

مياه أجريت عليها عمليات المعالجة التي تتوقف علي درجة تلوث مصدر المياه، وذلك بغرض حماية المستهلك من كل ما يضر بصحته، وتشمل هذه العمليات تجميع المياه وتطهيرها أوليا، عمليات الترسيب، عمليات الترشيح، عمليات التطهير النهائي.

العكارة Turbidity

المظهر المرئي للمياه العكرة التي تمتلئ بالمواد العالقة. وقد تقاس درجة العكارة، التي تعتfر خاصية بصرية، وتستخدم لتحديد مستوى نوعية المياه وصفائها.

U

الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet Radiation UV)

- أشعة كهرومغناطسية غير مرئية حيث أنها تتميز بطول موجة أقل من تردد الضوء المرئي. وتنبعث الأشعة فوق البنفسجية مع أشعة الشمس وتنقسم الى ثلاث درجات (A، B، C) حسب طول الموجة.. وتعتبر الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الطويلة (UVA) مفيدة لحياة النباتات على الأرض، كما أنه يتم استخدامها في العديد من التطبيقات الطبية. أما بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية المتوسطة فإنها ضارة لصحة الإنسان جيث تتسبب في حدوث سرطان الجلد وبعض أمراض العين (مثل مرض عتامة العدسة كتراكت). وتعتبر أخطر أنواع الأشعة فوق البنفسجية هي الأشعة قصير الموجة (UVC) حيث تتسبب في قتل العديد من الكائنات الحية وحدوث أمراض سرطان الجلد وغيرها من الأضرار على صحة الإنسان.

V

الفيروسات Viruses

الفيروسات ابسط واصغر الكائنات الدقيقة، حيث يتراوح حجمها ما بين 0.1 إلى 0.3 ميكرون، وتتكون الفيروسات أساسا من حمض نووي محاط به بروتين. وكل الفيروسات متطفلة اي لا يمكنها الحياة خارج الكائن الحي أو خارج الخلية الحية، وتعتبر الفيروسات من الكائنات عالية التخصص سواء فيما يتعلق بالكائن الذي تتطفل عليه(العائل) أو من حيث نوعية الأمراض التي تنقلها الفيروسات الجدري، الالتهاب الكبدي الوبائي، شلل الأطفال والإيدز بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من أمراض الجهاز الهضمي والتنفسي.

W

تأين الماء Water Ionization

تعرف عملية التأين بأنها: «عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات». وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى. إلاّ أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، إلى أيوني الهيدروجين الموجب (+H) والهيدروكسيل السالب (OH −).

تلوث الماء Water Pollution

يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوي علي مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة او غير ذائبة او كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، وبذلك يصبح غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

جودة الماء Water quality

درجة نقاوة وجودة نوعية المياه والتى تكون صالحة لنوع الاستخدام المطلوب.

مصدر الماء Water Source

هو المصدر الذي يتم الحصول منه علي المياه، سواء كان هذا المصدر جوفيا كالآبار الارتوازية، أو بئرا محفورة أو عينا (نبعا)، أو كان مياه سطحية مثل مياه الأنهار والبحيرات العذبة أو أي مصدر أخر يحتوي علي مياه صالحة للاستخدام الآدمي.

تلوث مجري الماء Water Stream Pollution

يعرف تلوث الماء – حسب ما أصدرته هيئة الصحة العالمية أن المجرى المائي يعتبر ملوث عندما يتغير تركيب عناصره، أو تتغير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بسبب نشاط الإنسان، بحيث تصبح هذه المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها، وهذا التعريف يتضمن أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية و الكيميائية والبيولوجية التي قد تعل المياه غير صالحة للشرب أو غير صالحة للاستهلاك المنزلي أو في الصناعة أو في الزراعة.

معالجة المياه Water Treatment

مصطلح لوصف العمليات المستعملة في جعل المياه صالحة لغرض معين. يتضمن هذا استخدامها كمياه للشرب، العمليات الصناعية، الطبية، والاستخدامات الأخرى. بشكل عام الغرض الرئيسي من معالجة المياه هو إزالة أو تقليل أي مواد صلبة عالقة أو ملوثات أو شوائب أو مواد غريبة أو التخلص من مواد غير مرغوب فيها حتى تصبح هذه المياه مناسبة للغرض المستخدمة فيه.

الآبار الارتوازية Well

وهي مياه جوفية موجودة في ثنيات مقعرة بكميات كبيرة(خزانات المياه) وتندفع بفعل الضغط الهيروستاتيكي.

الملاحق

ملحق رقم 1

قرار
وزير الصحة والسكان بجمهورية مصر العربية بخصوص
المعايير والمواصفات الواجب توافرها
فى المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلى
رقم(458) لسنة 2007

========

وزير الصحة والسكان : -

- بعد الاطلاع على القانون رقم 27 لسنة 1978 فى شأن تنظيم الموارد العامة للمياه اللازمة

للشرب والاستعمال المنزلى.

- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم 2703 لسنة 1966 بانشاء اللجنة العليا للمياه
- وعلى القرار الجمهورى رقم 242 لسنة 1996 بتنظيم وزارة الصحة والسكان.
- وعلى القرار الوزارى رقم 108 لسنة 1995 بشأن المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى

المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى.

- وعلى ما أوصت به اللجنة العليا للمياه بجلستها المنعقدة بتاريخ 7 / 5 / 2007
- وبناء على ما عرضته الإدارة المركزية لشئون البيئـة.

قــرر

======

مادة 1 :- تخضع المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى للحدود القصوى الموضحة قرين كل منها بالجداول المرفقة.

مادة 2 :- تختص الإدارة المركزية للمعامل بوزارة الصحـة والسكـان وفروعها بالمحافظات بإجراء الفحوص والتحاليل الخاصة بالمياه المذكورة.

مادة 3 :- يكون تنفيذ المعايير وخطط الرصد الذاتى والتفتيش الدورى وفقا لما هو وارد بالملاحق (1)، (2) والتى تعد جزءا لا يتجزأ من هذا القرار.

المعايير والمواصفات الواجب توافرها
فى المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلى

==============================

أولا: الخواص الطبيعية : -

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
1	اللون	معدوم
2	الطعم	مقبول
3	الرائحة	معدومة
4	العكارة	1 وحده (NTU)
5	الرقم الهيدروجينى	8.5 – 6.5

ثانياً : مواد غير عضوية لها تأثير على الإستساغة والإستخدامات المنزلية : -

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الأملاح الذائبة عند 120 ° م	1000
2	عسر كلى as $CaCO_3$	500
3	عسر كالسيوم as $CaCO_3$	350
4	عسر ماغنسيوم as $CaCO_3$	150
5	كبريتات SO_4	250
6	كلوريدات Cl	250
7	حديد Fe	0.3
8	منجنيز Mn	0.4
9	نحاس Cu	2.0
10	الزنك Zn	3.0
11	الصوديوم Na	200
12	الألومنيوم AI	0.2

(2)

ثالثا : المواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة : -

(أ) المواد الغير عضوية :

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام / لتر)
1	الرصاص Pb	0.01
2	الزئبق Hg	0.001

الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)	المادة	م
0.01	As الزرنيخ	3
0.05	CN السيانيد	4
0.003	Cd الكادميوم	5
0.01	Se السيلينيوم	6
0.05	Cr الكروميوم	7
0.5	as (NH_3) الأمونيا	8
45	as (NO_3) النترات	9
ر2.	as (NO_2) النيتريت	10
0.8	F الفلوريدات	11
0.02	Sb الأنتيمون	12
0.7	Ba الباريوم	13
0.5	B البورون	14
0.02	Ni النيكل	15
0.07	Mo المولبيدينيوم	16

(ب) المواد العضوية :-

الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)	المادة	م
0.02	Alachlor الاكلور	1
0.01	Aldicarb الديكارب	2
0.00003	Aldrin and dieldrin ألدرين، داى إلدرين	3
0.002	Atrazine أترازين	4
0.03	Bentazone بنتازون	5

الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)	المادة	م
0.007	Carbofuran كاربوفيوران	6
0.0002	Chlordane كلوردان	7
0.03	Chlorotoluron كلوروتوليورون	8
0.001	D.D.T د.د.ت	9
0.001	2، 1 - داى برومو 3 - كلورو بروبان 1، 2 Dibromo 3 - chloropropane (DBCP)	10
0.03	4،2 د 2، 4 - Dichlorophenoxyacetic acid (2،4 D)	11
0.02	2، 1 داى كلورو بروبان 2،1 Dichloropropane (1،2 - DCP)	12
0.02	3، 1 داى كلورو بروبين 1، 3 - DCP (1) Dichloropropene	13
0.001	Hexachlorobenzene هكسا كلورو بنزين	14
0.009	Isoproturon أيزو بروتورون	15
0.002	Lindane لندان	16
0.002	ميثيل كلورو فينوكسى اسيتيك اسيد Methylchlorophenoxyacetic acid (MCPA)	17
0.02	Methoxychlor ميثوكسى كلور	18
0.01	Metolachlor ميتولا كلور	19
0.006	Molinate مولينات	20
0.02	Pendimethalin بنديميثالين	21
0.009	Pentachlorophenol بنتاكلورو فينول	22
0.02	Permethrin بيرمثرين	23
0.02	Propanil بروبانيل	24

(4)

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
25	Pyriproxyfen بيربيروكسيفين	0.3
26	Simazine سيمازين	0.002
27	Trifluralin تراى فلورالين	0.02
28	DB 2،4 - د.ب 2،4	0.09
29	2،4 داى كلورو بروب Dichloroprop - 2،4	0.01
30	Fenoprop فينو بروب	0.009
31	Mecoprop ميكوبروب	0.01
32	T - 2،4،5 ت - 2،4،5	0.009
33	Monochloramine مونو كلور أمين	3
34	Chlorine كلور	5
35	Bromate برومات	0.01
36	Chlorite كلوريت	0.7
37	2 ،4 ،6 - تراى كلورو فينول 2 ،4 ،6 - Trichlorophenol	0.2
38	Trihalomethanesتراى هالو ميثان	0.1
39	Dichloroacetate داى كلورو اسيتات	0.05
40	Trichloroacetateتراى كلورو اسيتات	0.1
41	Trichloroacetalde-hyde قراى كلورو أسيتالدهيد-	0.01

(5)

الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)	المادة	م
0.02	Dichloroacetonitrile داى كلورو اسيتونيتريل	42
0.07	Dibromoacetonitrile داى برمو اسيتونيتريل	43
0.001	Trichloroacetonitrile تراى كلورو اسيتونيتريل	44
0.004	Carbon tetrachloride كربون تترا كلوريد	45
0.02	Dichloromethane داى كلورو ميثان	46
0.03	1،2Dichloroethane 1 ،2 داى كلورو إيثان	47
0.07	1،1،1 تراى كلورو إيثان 1،1،1 Trichloroethane	48
0.0003	Chloride Vinyl كلوريد الفينيل	49
0.03	1،1Dichloroethene 1،1 داى كلورو إيثين	50
0.05	1،2Dichloroethene 1 ،2 داى كلورو إيثين	51
0.04	Tetrachloroethene تترا كلورو إيثين	52
0.7	Toluene تولوين	53
0.01	Benzene بنزين	54
0.0007	Benzo [a] pyrene بنزو(أ) بيرين	55
0.3	Monochlorobenzene مونو كلورو بنزين	56
1	1،2Dichlorobenzene 1، 2 داى كلورو بنزين	57
0.3	1،4Dichlorobenzene 1،4 داى كلورو بنزين	58

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
59	تراى كلورو البنزين الكلى Trichlorobenzenes (Total)	0.02
60	داى (2 – إيثيل هكسيل) أديبات Di (2 – ethylehexyle) adipate	0.08
61	داى (2 – إيثيل هكسيل) فثالات Di (2 – ethylehexyle)phthalate	0.008

(6)

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
62	Acrylamide أكريلاميد	0.0005
63	Epichlorohydrin إيبي كلورو هيدرين	0.0004
64	هكسا كلورو بيوتادايين Hexachlorobutadiene	0.0006
65	Edetic acid (EDTA) اديتيك اسيد	0.6
66	Triacetic Nitril تراى اسيتك نيتريل	0.2
67	Endrin إندرين	0.0006
68	Chlorate كلورات	0.7
69	Bromoform بروموفورم	0.1
70	Chloroform كلوروفورم	0.3
71	Chloralhydrate كلورال هيدرات	0.01
72	Dimethoate داي ميثوات	0.006

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
73	Formaldehyde فورمالدهايد	0.9
74	Cyanogen Chloride سيانوجين كلوريد	0.007
75	تراى بيوتيل أكسيد القصدير Trtibutyltin Oxide	0.002
76	Phenol فينول	0.002
77	داى و تراى كلورامين Di – and Trichloramine	0.005
78	Xylenes زايلين	0.5
79	Ethylbenzene إيثيل بنزين	0.3
80	Styrene ستيرين	0.02
81	برومو داى كلورو ميثان Bromodichloromethane	0.06
82	Trichloroethene تراى كلورو إيثين	0.02

(7)

رابعاً : المعايير الميكروبيولوجية : -

مسلسل	نوع الفحص	طريقة القياس المتبعة	الحد الأقصى المسموح به
أ	العدد الكلى للبكتريا	صب الأطباق poured plate method	- لا يزيد عن 50 خلية / 1 سم3 عند درجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة - لا يزيد عن 50 خلية / 1 سم3 عند درجة حرارة 22 درجة مئوية لمدة 48 ساعة

مسلسل	نوع الفحص	طريقة القياس المتبعة	الحد الأقصى المسموح به
ب	أدلة التلوث بكتيريا القولون الكلية TOTAL COLIFORM	«MF» أو «MPN».	- يجب أن تكون 95 % من العينات التي يتم فحصها خلال العام خالية تماما من بكتيريا القولون حتى 100 سم3 من العينة - كما يجب ألا تحتوى أي عينة من العينات على أكثر من 2 خلية/ 100 سم 3 على ألا يتكرر ذلك في عينتان متتاليتان من نفس المصدر
	بكتريا القولون البرازية «باسيل القولون النموذجى»		- يجب أن تكون جميع العينات خالية من باسيل القولون النموذجى.
	البكتريا السبحية البرازية		- يجب أن تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحى البرازى
ج	الفحص البيولوجى - عند فحص عينات المياه للطحالب - عند فحص عينات المياه ميكروسكوبيا		يجب ألا يزيد نسبة الميكروسستين عن 1 ميكروجرام / لتر ويتم إجراء هذا التحليل في حالة ظهور نمو مفاجئ للطحالب الخضراء المزرقة BLUE GRAEEN ALGAE أو وجود إعداد عالية منها. - يجب أن تكون خالية تماما من البروتوزوا الحية وجميع أطوار الديدان المسببة للأمراض

(8)

خامسـا : المواد المشعة : -

مسلسل	نوع الفحص	الحد الأقصى المسموح به
أ	مشتقات من فصيلة الفا (α)	أو0 بيكرل / لتر
ب	مشتقات من فصيلة بيتا (β)	1 – بيكرل / لتر

المراجع العربية

1) أحمد السروي، العمليات الأساسية لتنقية مياه الشرب، دار الكتب العلمية 2012.
2) سمير المنهراوي، عزة حافظ، «المياه العذبة»، الدار العربية للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، 1997.
3) هندسة الإمداد بالمياه، د صادق العدوي كلية الهندسة جامعة الاسكندرية 1992م.
4) محمد رشاد الطوبي، «وجعلنا من الماء كل شئ حي»، سلسلة كتاب اقرأ، العدد 507، دار المعارف 1992.
5) احمد السروي، مباديء التحكم في جودة الماء، مركز تطوير الأداء والتنمية 2010.
6) البيئة المائية أ.د. حسين السعدي دار اليازوري العلمية 2006.
7) التلوث البيولوجي للبيئة المائية احمد السروي 2009 مكتبة الدار العلمية للنشر والتوزيع.6 - إعداد المياه للاستخدام محمد احمد خليل المكتبة الاكاديمية 2004.
8) المعالجة البيولوجية لمياه الصرف، احمد السروي 2007 مكتبة الدار العلمية للنشر والتوزيع.
9) الدليل التدريبى للمعلومات الأساسية فى الرقابة على المياه د عزت محمد حلوة – د/ سهام محمد حسين- وزارة الصحة المصرية 2000م.
10) الماء والإنسان والكون، أحمد السروي، عالم الكتب، 2007.

11) أساسيات علم البكتريا د. يسري صالح 2005.
12) احمد السروي ، الملوثات المائية (المصادر - التأثيرات - التحكم والعلاج)، دار الكتب العلمية 2008.

Reference

1. *Water Quality Control E. Roberts Alley, P.E. 2005, McGraw - Hill Companies.*
2. *Principles of Water Quality Control T, H. Y, TEBBUTT PhD, SM, BSc, CEng, FICE, FCIWEM, 2000.*
3. *Alley, E. 2000. Water quality control handbook. McGraw - Hill, New York.*
4. *Chapra, S. 1996. Rivers and streams. in L. W. Mays, editor. Water Resources Handbook.*
5. *Water Pollution Causes, Effect and Control PK.GOEL New age International limited publisher1997.*
6. *Water treatment (BSP - Indian publications)1981.*
7. *Water Purifications Mc Graw - Hill New York 1983*
8. *Publications of world health organization about guidelines of drinking water.*
9. *Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.*
10. *Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.*

11. SANITARY PARASITOLOGY World Health Organization Regional Office for the Eastern

12. Mediterranean Regional Centre for Environmental Health Activities Amman – Jordan 2004.

13. Ponce, S. L., 1980, "Water quality monitoring programs: Watershed Systems Development group (WSDG)", technical Paper ESDG - TP - 00002, USDA forest Service, fort Collins, Colorado, December.

14. Sanders, T. G, 1983, "Rational Design Criteria for a River Quality Monitoring Network, PhD Dissertation," Civil Engineering Department, University of Massachusetts, USA.

15. Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., and Yevjevich, V. 1987, "Design of Networks for Monitoring Water Quality, Water Resources Publication".

16. Snedecor, George W. and Cochran, William G. 1989, "Statistical Methods, Eighth Edition." Iowa State University Press.

17. O>Connor, J. 1976. The Temporal and Spatial Distribution of Dissolved Oxygen in Streams. Water Resour. Res 12.

18. Singh, V. P. 1995. Environmental Hydrology. U.S. Government, Netherlands.

19. Ponce, S. L., 1980, "Water quality monitoring programs: Watershed Systems Development group (WSDG)", technical Paper ESDG - TP - 00002, USDA forest Service, fort Collins, Colorado, December.

20. Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., and Yevjevich, V. 1987, "Design of Networks for Monitoring Water Quality, Water Resources Publication".

21. Snedecor, George W. and Cochran, William G. 1989, "Statistical Methods, Eighth Edition." Iowa State University Press

الفِهرِس

الفهرس

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbh-egypt.com
e-mail : sbh@link.net
Scientific Book House





دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbhegypt.org
Email: sbh@link.net
info@sbhegypt.org